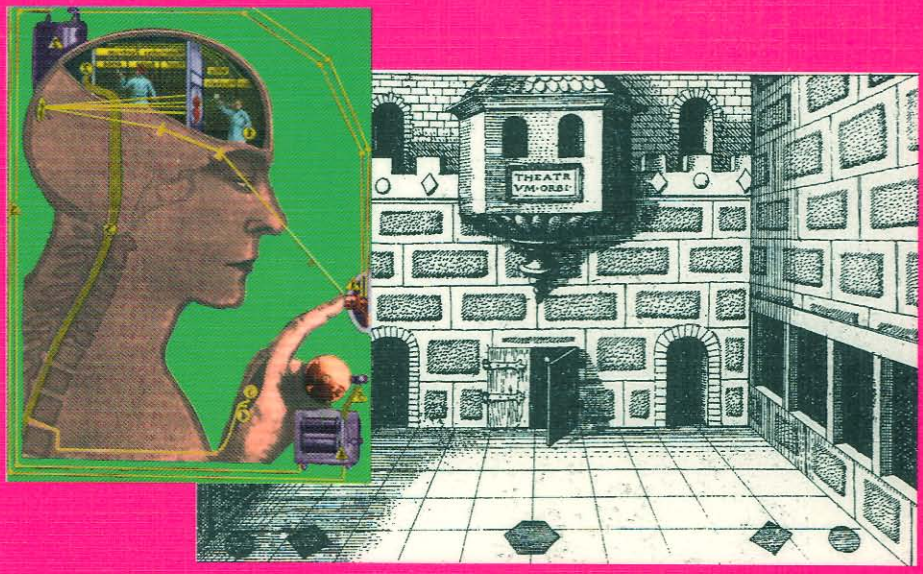
DOUWE DRAAISMA

LAS METÁFORAS DE LA MEMORIA

UNA HISTORIA DE LA MENTE



PSICOLOGÍA Y EDUCACIÓN
Alianza Editorial

LAS METÁFORAS DE LA MEMORIA

UNA HISTORIA DE LA MENTE

PSICOLOGÍA Y EDUCACIÓN

ENSAYO

EL LIBRO UNIVERSITARIO

DOUWE DRAAISMA

LAS METÁFORAS DE LA MEMORIA

UNA HISTORIA DE LA MENTE

Versión
de Catalina Ginard

Alianza Editorial

Publicado originalmente en holandés por Historische Vitgeverij
con el título de *De metaforenmachine - een geschiedenis van het geheugen*

Esta obra ha sido publicada con la ayuda de la Foundation for the Production and Translation of Dutch Literature, Amsterdam.

Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la Ley, que establece penas de prisión y/o multas, además de las correspondientes indemnizaciones por daños y perjuicios, para quienes reprodujeren, plagiaren, distribuyeren o comunicaren públicamente, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte o comunicada a través de cualquier medio, sin la preceptiva autorización.

© Douwe Draaisma, 1995
© de la traducción: Catalina Ginard
© Ed. cast.: Alianza Editorial, S. A., Madrid, 1998
Calle Juan Ignacio Luca de Tena, 15;
28027 Madrid; teléfono 91 393 88 88
ISBN: 84-206-7926-7
Depósito legal: M. 44.564-1998
Impreso en Fernández Ciudad, S. L.
Printed in Spain

ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES 13

AGRADECIMIENTOS 19

INTRODUCCIÓN 21

1. LA PIZARRA MÁGICA 27

La metáfora como cristal ahumado. Tres teorías sobre las metáforas ... 31
Breve psicología de la metáfora 35
La metáfora como instrumento heurístico 40

2. *MEMORIA*: LA MEMORIA COMO ESCRITURA 47

Como un sello en la cera 47
Un lugar interior que no es lugar 51
El libro como memoria, la memoria como libro 55
Ars memoriae: los palacios de la memoria 64
El teatro de la memoria de Fludd 68
La persistencia de la escritura 71

3. LA LUZ EN LA PIEDRA DE BOLONIA 75

Fósforo y memoria 76
La memoria como microcosmos 80
Only by similitude 88

4. UN INMENSO LABERINTO 93

El ocaso del mecanicismo 96
El romanticismo: los paisajes de la memoria 98
Localización: Gall, Flourens, Broca 106
Mental physiology 111
Fonógrafo y memoria 115
El cerebro como fonógrafo consciente 121
Hermann Ebbinghaus: la matematización de la memoria 124

5. UN ESPEJO CON MEMORIA 131

La cámara oscura 133
Fotografía: la memoria química 139
La memoria como placa sensible 150
La estadística pictográfica de la memoria 157
La memoria fotográfica: genios matemáticos y portentos del ajedrez .. 162
La huella inmóvil, la imagen congelada 167

6. ORDENADOR Y MEMORIA 171

La maquinaria de la conducta 172
El cerebro electrónico 177
Psicología y ordenador 188
El *Elementary Perceiver and Memorizer* 189
La metáfora del ordenador 192
La paradoja computacional 198

7. LA MEMORIA HOLOGRÁFICA 201

Fotografiar con luz láser 201
El holograma como metáfora 205
Holografía y heurística 212
¿Estancamiento? 218

8. UN TELAR ENCANTADO 221

Neurología y psicología 222
La metáfora del cerebro 227
Las redes en la memoria 232
El perro genérico 234
La chincheta de Claparède 236
Redes neurales, ordenadores y hologramas 239
La ley del mínimo esfuerzo 244

9. EL HOMÚNCULO 251

¿Quién contempla el holograma? 256
Descartes sobre la memoria 258
Homúnculo y ordenador 262
Ordenadores óptico-neurales 264
El regalo de Mnemósine 267

EPÍLOGO 271

ÍNDICE ONOMÁSTICO 275

ÍNDICE ANÁLITICO 282

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

1. LA PIZARRA MÁGICA 27

1.1 E. Engelman, *Sigmund Freud. Wien IX. Berggasse* 19, Viena, 1993 30

1.2 N. Highmore, *Corporis humani disquisitio anatomica*, La Haya, 1651, frontispicio 42

2. *MEMORIA*: LA MEMORIA COMO ESCRITURA 47

2.1 G. Reisch, *Margarita philosophica*, Basilea, 1503 50
2.2 J. Plummer, *The hours of Catherine of Cleves*, Londres, 1966 61
2.3 J. Plummer, *The hours of Catherine of Cleves*, Londres, 1966 61
2.4 S. Brant, *Das Narrenschiff*, Basilea, 1494 62
2.5 S. Mathias Holzwart, *Emblemata tyrocinia.*, P. von Düffel, y K. Schmidt (ed.), Stuttgart, 1968, 8 63
2.6a y b. J. Romberch, *Gongestorium Artificiose Memorie*, Venecia, 1533 67
2.7 R. Fludd, *Utriusque cosmi... Historia*, Oppenheim, 1617-1619 69
2.8 R. Fludd, *Utriusque cosmi... Historia*, Oppenheim, 1617-1619 69
2.9 R. Fludd, *Utriusque cosmi... Historia*, Oppenheim, 1617-1619 71

3. LA LUZ EN LA PIEDRA DE BOLONIA 75

3.1 Derby Museum & Art Gallery 78
3.2 A. Bettex, *De ontdekking der natuur*, Hoofddorp, 1997 80
3.3 R. Descartes, *Traité de l'homme*, París, 1664 86
3.4 R. Descartes, *Traité de l'homme*, París, 1664 86

4. UN INMENSO LABERINTO 93

4.1 M. Prause, *Carl Gustav Carus. Leben und Werk*, Berlín, 1968 100
4.2 C. G. Carus, *Neuer Atlas der Cranioskopie*, Tabla VII, Leipzig, 1864 105

4.3 J. C. Spurzheim, *Phrenology, or the doctrine of the mind; and of the relations between its manifestations and the body*, Londres, 1825, frontispicio 109
4.4 D. Marty, *The illustrated history of phonographs*, Nueva York, 1981 116
4.5 D. Marty, *The illustrated history of phonographs*, Nueva York, 1981 117
4.6 A. M. Mayer, «Edisons Talking-Machine», *Nature*, 11 de abril de 1878, pp. 469-471 118
4.7 A.M. Mayer, «Edisons Talking-Machine», *Nature*, 11 de abril de 1878, pp. 469-471 118
4.8 D. Marty, *The illustrated history of phonographs*, Nueva York, 1981 119
4.9 D. Marty, *The illustrated history of phonographs*, Nueva York, 1981 121
4.10 Catálogo del fabricante de instrumentos Zimmermann, Leipzig, 1903 129

5. UN ESPEJO CON MEMORIA 131

5.1 A. Scharf, *Art and photography*, Londres, 1968 134
5.2 M.-L. von Plessen (ed.), *Sehsucht. Das Panorama als Massenunterhaltung des 19. Jahrhunderts*, Bonn, 1993 134
5.3 R. Descartes, *Discours de la méthode* «La Dioptrique», Leiden, 1637 135
5.4 R. Descartes, *Discours de la méthode* «La Dioptrique», Leiden, 1637 136
5.5 R. Descartes, *Traité de l'homme*, París, 1664 136
5.6 U. Tillmans, *Geschichte der Photographie*, Stuttgart, 1981 137
5.7 U. Tillmans, *Geschichte der Photographie*, Stuttgart, 1981 142
5.8 U. Tillmans, *Geschichte der Photographie*, Stuttgart, 1981 144
5.9 R. Taft, *Photography and the American scene. A social history, 1839-1889*, Nueva York, 1942 148
5.10 F. Galton, *Inquiries into human faculty and its development*, Londres, 1883, frontispicio 160
5.11 K. R. Pearson, *The Life, Letters and Labours of Francis Galton*, vol. 2, Londres, 1924 160
5.12 A. Binet, y L. Henneguy, *Psychologie des grands calculateurs et joueurs d'échecs*, París, 1894 165
5.13 A. Binet, y L. Henneguy, *Psychologie des grands calculateurs et joueurs d'échecs*, París 1894 166

6. ORDENADOR Y MEMORIA 171

6.1 D. P. Boder, «A tridimensional maze», *American journal of psychology*, 42 (1930), pp. 107-108 173
6.2 R. G. Krueger, y C. L. Hull «An electro-chemical parallel to the conditioned reflex», *Journal of General Psychology*, 5 (1931), pp. 262-269 175
6.3 J. Wilkins, *Mercury: or the secret and swift messenger*, Londres, 1641 180
6.4 A. Hyman, *Charles Babbage. Pioneer of the computer*, Oxford, 1982 182
6.5 W. S. Jevons, *The principles of science*, Londres, 1874, frontispicio 183

7. LA MEMORIA HOLOGRÁFICA 201

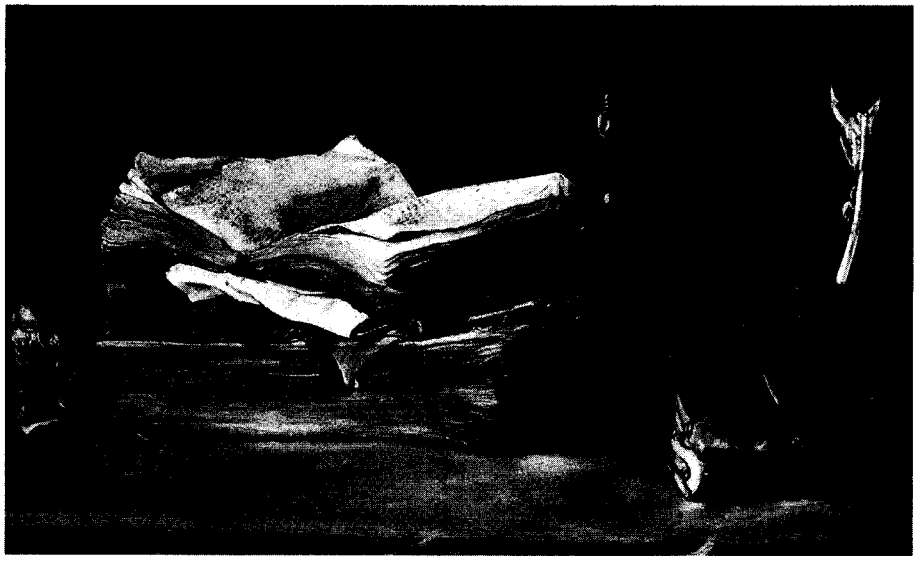
7.1 B. Ernst, *Holografie. Toveren met licht*, Amsterdam, 1986 202
7.2 D. Draaisma, «Het brein als hologram», *Psychologie*, 10 (1990), pp. 30-34 202
7.3 B. Ernst, *Holografie. Toveren met licht*, Amsterdam 1986 203
7.4 D. Draaisma, «Het brein als hologram», *Psychologie*, 10 (1990), pp. 30-34 204
7.5 H. N Sno, y D. H. Linszen, «The déjà vu experience: remembrance of things past?», *American Journal of Psychiatry*, 12 (1990), pp. 1587-1595 213

8. UN TELAR ENCANTADO 221

8.1 J. Clair (ed.), *Wunderblock*, Viena, 1989 223
8.2 S. Ramón y Cajal, *Histologie du système nerveux de l'homme et des vertebrés*, París, 1909-1911 223
8.3 F. Kahn, *Das Leben des Menschen*, Stuttgart, 1929 224
8.4 B. Kolb, y J. Q. Whishaw, *Fundamentals of human neuropsychology*, Nueva York, 1990 238
8.5 W. James, *Principles of psychology*, Nueva York, 1890 246

9. EL HOMÚNCULO 251

9.1 Schweizeriche pharmaziehistorisches Museum, Basilea 252
9.2 F. Kahn, *Das Leben des Menschen*, Stuttgart, 1929 254
9.3 F. Kahn, *Das Leben des Menschen*, Stuttgart, 1929, ed. *Het leven van de mens*, Amsterdam, 1939 255
9.4 R. Descartes, *Traité de l'homme*, París, 1664 256
9.5 R. Descartes, *Traité de l'homme*, París, 1664. Reproducido de la traducción holandesa *Verhandelinge des Menschenlyke Lighaams, met alle des selfs bedieningen, soo van die gene welke van de ziel als van het lighaam afhangen*, Amsterdam, 1692, p. 273 260
9.6 Y. S. Abu-Mostafa, y D. Psaltis, «Optical neural computers», *Scientific American* (abril de 1987, pp. 66-73) 265
9.7 Y. S. Abu-Mostafa, y D. Psaltis, «Optical neural computers», *Scientific American* (abril de 1987), pp. 66-73 266



AGRADECIMIENTOS

Las metáforas de la memoria. Una historia de la mente es una adaptación de mi disertación «Metaforen van het geheugen» (Utrecht 1993), distribuida sólo en un pequeño círculo. Para la presente edición escribí tres nuevos capítulos (2, 4 y 5); los demás fueron sometidos a una profunda revisión, y en algunos casos han quedado irreconocibles. El estudio para la disertación lo realicé mientras trabajaba en la Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (1986-1990) y lo completé mientras impartía clases en el departamento de psiconomía de la Universidad de Utrecht. Para la redacción del presente libro he podido disponer de tiempo libre en mi actual puesto de trabajo, el departamento de Fundamentos e Historia de la Psicología de la Universidad de Groninga.

En primer lugar quisiera dar las gracias a mi director de tesis, el catedrático P. A. Vroon, quien supo aducir los argumentos oportunos para convencerme de que completara mi tesis. Asimismo agradezco los comentarios críticos de mis compañeros de Groninga y Utrecht. A la hora de redactar el Capítulo 2, B. Roest tuvo a bien compartir conmigo sus conocimientos sobre la Edad Media. Asimismo he aprovechado la oposición oral y escrita de los miembros del tribunal examinador; por ello deseo dar las gracias a M. van Buuren, J. van Heerden, R. van Hezewijk, J. A. Michon y W. A. Wagenaar.

La ayuda más directa la recibí de Patrick Everard, de la Historische Uitgeverij; sus sugerencias estilísticas y sus penetrantes comentarios dieron lugar a orientaciones de redacción que he seguido de buen grado. El libro resultante es mejor que el manuscrito que le presenté.

Groninga
junio de 1995

INTRODUCCIÓN

Leonhard Euler poseía una de las memorias más prodigiosas del siglo XVIII. Al igual que muchos genios matemáticos, en su juventud fue un superdotado para el cálculo. Se decía que durante una noche insomne había calculado las primeras seis potencias de todos los números hasta cien y que había memorizado los seiscientos resultados en una tabla mental que era capaz de reproducir días más tarde. Su memoria tenía asimismo un poder de absorción excepcional para retener la palabra escrita. Euler se sabía de memoria toda la *Ilíada*. Hasta el día de su muerte fue capaz de recitar el texto con la facilidad de quien está leyendo. Podía referir el primer y último verso de cada página de la edición de la *Ilíada* que había utilizado durante sus estudios de bachillerato. Todo cuanto leyera u oyera parecía adherirse directamente a su memoria y una vez allí quedar disponible para reaparecer cuando él quisiera [1].

Para Euler, esta majestuosa memoria debió de ser sin duda algo así como una misión: procuró llenarla con lo mejor de la ciencia y el arte de la época. Su erudición era legendaria y abarcaba conocimientos de anatomía, fisiología, botánica, teología, química, filosofía y lenguas orientales. Euler demostró ser igualmente polifacético en su propia materia, donde se le recuerda por la gran cantidad de tesis y métodos que llevan su nombre en la teoría de los números, el álgebra y la geometría. En el campo de las matemáticas aplicadas, Euler publicó tratados de navegación y música, microscopios y telescopios, astronomía y geodesia, de estadística, cuadrados mágicos y loterías. Al final de su vida se habían publicado 530 tratados escritos por él, en su mayoría en las memorias de sociedades científicas como la Académie des Sciences y las academias de Ber-

[1] H. de Vries, *Historische studiën,* Groningen/Batavia, 1934, pp. 220-258.

lín y San Petersburgo. Después de su muerte se encontraron voluminosos legajos que contenían tratados inéditos.

Después de que su vista se deteriorara rápidamente, en 1768 Euler se quedó totalmente ciego. Sin embargo, gracias a su fenomenal memoria e imaginación visual, este impedimento físico no afectó en modo alguno a la naturaleza y la envergadura de su producción. En los quince años que siguieron hasta su muerte, acaecida en 1783, aún aparecieron 355 tratados. En aquella época, Euler trabajaba en compañía de sus hijos y unos cuantos alumnos. Con el paso del tiempo, su método de trabajo fue adquiriendo unas pautas fijas. En unas notas biográficas, leemos que en medio de su estudio

> había una mesa grande, cubierta por una gran pizarra sobre la cual solía anotar sus cálculos antes de perder por completo la visión; asimismo razonaba durante horas seguidas sin dejar de girar en torno a la mesa, la utilizaba de punto de apoyo y guía tocándola con los dedos, por lo cual el borde de la mesa se fue puliendo poco a poco. Cuando la pizarra estaba llena, se discutía el plan general de la redacción, y el maestro dejaba que su hijo o un alumno efectuara los cálculos y eligiera los ejemplos; y por lo general, al día siguiente le entregaban ya el esbozo de la disertación. Si esta era aprobada, se pasaba una copia en limpio que a continuación se ofrecía a la Academia [2].

Una memoria como la de Euler nos recuerda casi inevitablemente una especie de gabinete de historia natural, una serie de vitrinas, llenas de objetos de valor, adquiridos durante una larga vida de arduo trabajo. Pero a la vez, al pensar en una memoria así, uno no puede evitar la sensación de melancolía que provoca su transitoriedad. Podemos imaginarnos la memoria como un lugar donde se guardan objetos de valor, pero se trata de objetos que no sobreviven a la muerte de la persona y que no pueden dejarse en herencia. Todo ello ha desaparecido, no sólo la *Ilíada* memorizada, las pizarras llenas de potencias, la brillante erudición, sino también todos los conocimientos adquiridos y coleccionados con esmero durante una vida erudita bien aprovechada. Por muy magistral que sea una memoria, por excelente que sea su contenido, cuando llega la muerte, todo se borra en un instante.

Para Euler, ese instante llegó el 18 de septiembre de 1783. Por la mañana aún había

> estado calculando las leyes por las cuales un globo aerostático se eleva, un tema que, por supuesto, le interesaba, porque el 15 de junio del mismo año, los hermanos Montgolfier habían volado por primera vez en globo; y durante la comida, que tomó en compañía de su alumno, amigo y leal ayudante Lexell, había hablado del

[2] Ibídem, p. 254.

> cálculo de la trayectoria del planeta Urano, descubierto por Herschel el 13 de marzo de 1781 [...]; después de la comida, mientras saboreaba una tacita de té y bromeaba con su nieto preferido, a saber, el que más talento tenía para las matemáticas, le sobrevino un dolor en la mano, se desplomó de repente, y susurró: «Me muero», y en efecto así fue[3].

Para defendernos de la transitoriedad inherente a la mortalidad de la memoria, hemos desarrollado las memorias artificiales. La prótesis más antigua del recuerdo es la escritura, en la Antigüedad sobre tablillas de arcilla o cera, y sobre papiro, en la Edad Media sobre pergamino y vitela, y más tarde sobre papel. Sobre estas superficies también podían trazarse dibujos de todo tipo: caracteres pictográficos, planos, retratos. La aparición de la fotografía, en 1839 proporcionó una memoria artificial que se perfeccionó rápidamente y que ofrecía la posibilidad de registrar directamente las imágenes; desde 1895, gracias a la cinematografía, fue posible registrar imágenes en movimiento. La conservación del sonido, un sueño durante siglos, se hizo realidad gracias al fonógrafo de Edison, patentado en 1877. Hoy en día disponemos de numerosas memorias externas para grabar lo que registran la vista y el oído: casetes, vídeos, discos compactos, memorias de ordenador, hologramas. Ahora, la imagen y el sonido pueden desplazarse en el espacio y el tiempo, son repetibles, reproducibles, a una escala que parecía impensable hace siglo y medio.

Estas memorias artificiales no sólo han apoyado, aliviado y, en ocasiones, sustituido a la memoria natural, sino que además han dado forma a nuestra concepción del «recuerdo» y el «olvido». A través de los siglos, las memorias protéticas nos han ido suministrando los términos y conceptos que hemos utilizado para reflexionar sobre nuestra propia memoria. Así, tenemos «impresiones», como si la memoria fuera un bloque en el que se puede estampar un sello. Algunos sucesos están «grabados» en la memoria, como si esta fuera una superficie en la que escribir. Si queremos recordar algo lo «registramos» en nuestra mente; si queremos olvidarlo lo «borramos». Cuando nos referimos a personas con una memoria visual excepcional —los *euler* que ha habido a lo largo de los siglos— decimos que tienen una «memoria fotográfica».

Si bien el lenguaje cotidiano tiende ya a usar metáforas para referirse al recuerdo y al olvido, esta tendencia es mucho más acusada en las teorías filosóficas y psicológicas sobre la memoria. Desde la tablilla de cera de Platón hasta los ordenadores de nuestra era, el lenguaje utilizado en relación con la memoria está lleno de metáforas. Nuestros conceptos sobre cómo funciona el recuerdo se nutren de procedimientos y técnicas que hemos inventado para conservar y reproducir la información. Esta influencia es tan marcada que, por ejemplo, las

[3] Ibídem, pp. 222-223.

teorías decimonómicas sobre la memoria visual revelan con precisión la sucesión de nuevos procedimientos ópticos: en 1839 la daguerrotipia y talbotipia, poco después la estereoscopia, a continuación la ambrotipia y la fotografía en color, en 1878 la *compound photography* (fotografía múltiple) y por último la cinematografía. El hecho de que en nuestra época el sustrato neuronal de la memoria visual se compare con la estructura de un holograma encaja en una respetable tradición que arranca con las linternas mágicas del siglo XVIII. La historia de la memoria es algo así como un paseo por los fondos de un museo de la técnica [4].

Pero las memorias artificiales no son las únicas que han servido de metáforas. Quien consulte la entrada *memoria, metáforas de* en el índice analítico del presente libro encontrará una larga enumeración, en la que se incluyen todo tipo de fondos: de información, como pueden ser archivos y bibliotecas; de mercancías, como bodegas y almacenes; de animales, como palomares y pajareras; de objetos valiosos, como joyeros y cajas de caudales; de monedas, como las bolsas de cuero o *sacculi* que utilizaban los cambistas medievales. Otras metáforas proceden del paisaje: bosques, campos y laberintos. Para expresar el carácter recóndito de los recuerdos se recurre a metáforas como cuevas, grutas, pozos, la profundidad del mar. En el lenguaje metafórico sobre la memoria también se incluían edificios: palacios, abadías, teatros. Se ha hablado de la memoria como imán, estómago y panal, como fósforo, arpa eólica y telar. Las teorías sobre nuestra memoria han proyectado imágenes siempre cambiantes, una sucesión de metáforas y metamorfosis, un verdadero *omnia in omnibus*.

Todas estas metáforas, al margen de dónde procedieran —la naturaleza o la técnica, los procesos orgánicos o artificiales—, elaboraban su propia interpretación de la memoria. Para Sócrates, que conversaba con Teeteto sobre la fiabilidad de los recuerdos, la memoria era como una tablilla de cera, con una cera demasiado blanda y líquida, una memoria diferente a la de Freud, quien con su metáfora de la pizarra mágica expresó que los recuerdos de los que no queda ninguna huella en la superficie están almacenados indeleblemente en capas más profundas. Y para Reginaldo, el secretario de Tomás de Aquino, que comparaba la memoria de su maestro con un libro sagrado, la memoria no era el mismo instrumento que para el pintor y médico Carus, que, en el romanticismo, la describió como un inmenso laberinto. No se trata únicamente de cambios de perspectiva; la historia de la memoria, contada en metáforas, saca a la luz memorias siempre diferentes.

[4] Sobre las metáforas de la memoria ya han aparecido dos breves estudios, ambos dedicados a la psicología más reciente: J. C. Marshall y D. M. Fryer, «Speak memory! An introduction to some historic studies of remembering and forgetting», M. M. Gruneberg y P. E. Morris (eds.), *Aspects of memory*, Londres, 1978, pp. 1-25; H. Roediger, «Memory metaphors in cognitive psychology», *Memory and cognition*, 8 (1980), 3, pp. 231-246.

Las metáforas utilizadas como construcciones literario-científicas reflejan también una época, una cultura, un ambiente. A través de las metáforas se reflejan las actividades y ocupaciones de sus autores. Las metáforas captan, sin que este sea el propósito, el clima espiritual. Hacen las veces de memoria. En 1682, Robert Hooke, miembro de la Royal Society, utilizó las analogías mecánicas que gozaban de prestigio en su círculo para formular su teoría de la memoria. De este modo, en su metáfora de la memoria visual aparecen las en aquel entonces célebres pruebas con la «piedra luminosa de Bolonia», una sustancia fosforescente capaz de almacenar la luz para irradiarla más tarde, en la oscuridad. En la década de los setenta del siglo XX, un neuropsicólogo, Karl Pribram, utilizó, en su teoría de la memoria visual, la metáfora del holograma, en aquel momento la técnica más avanzada para almacenar y reproducir la luz. Ambos procedimientos, fosforescencia y holografía, desempeñaban un papel predominante en la investigación física sobre la manipulación de los estímulos ópticos y por su propio peso llegaron a las teorías psicológicas sobre el almacenamiento de la experiencia visual. En las metáforas está encerrado lo que el autor vio a su alrededor cuando buscaba las imágenes para ilustrar los procesos ocultos de la memoria. Las metáforas son como fósiles que sirven de guía, ayudan al lector a calcular la antigüedad del texto que las contiene.

A finales del siglo XIX, los psicólogos empezaron a dedicarse al estudio profesional de la memoria. Este estudio tuvo desde el principio un carácter experimental y cuantificador, y en el siglo XIX despejó muchas dudas sobre cómo recordamos y olvidamos. El pionero de esta investigación experimental fue Hermann Ebbinghaus, quien en 1885, en su libro *Über das Gedächtnis* , introdujo la memoria en el ámbito de la experimentación científica [5]. Muchos autores de monografías sobre la psicología de la memoria consideran a Ebbinghaus el punto de partida natural, en algunos casos con el añadido de que el estudio científico de la memoria empezó realmente con su trabajo [6].

El lector volverá a encontrarse con Ebbinghaus sólo a mitad del libro, como uno de los muchos personajes de un relato que se extiende desde Platón hasta los actuales diseñadores de redes neurales. El cambio brusco que supuso Ebbinghaus en el ámbito *metodológico* no existe a nivel *teórico*. Pensar sobre los procesos mnemónicos constituye ya desde los presocráticos una parte permanente de la reflexión filosófica; también los médicos, teólogos, físicos y escritores han contribuido a la elaboración de teorías, y si en esta larga historia se pasa

[5] H. Ebbinghaus, *Über das Gedächtnis*, Leipzig, 1885.

[6] El psicólogo de la memoria Baddeley empieza su manual con la siguiente frase: «Los filósofos han especulado sobre la memoria en los últimos dos mil años, pero su investigación científica sólo empezó hace unos cien años». A. Baddeley, *Human memory. Theory and practice*, Hove, 1990, p. 1.

revista a las metáforas utilizadas para definir la memoria, llaman más la atención la continuidad y la conexión que las revoluciones o un comienzo repentino en 1885.

La memoria, cuenta Sócrates a Teeteto, fue un regalo de Mnemósine, la madre de las musas. Sin memoria, nadie podría gozar de lo que creaban sus hijas: los sonidos se volatilizarían sin quedar recogidos en una melodía, las palabras de un verso habrían desaparecido antes de que sonara la rima. A veces parece como si la psicología sufriera una amnesia rayana en lo patológico. No sólo es vergonzosamente alto el número de redescubrimientos, sino que además el valioso trabajo empírico y conceptual realizado en anteriores tradiciones tiene muy poca influencia en la investigación actual, tan poca que resulta preocupante. La consecuencia es que en la elaboración de teorías de la psicología se introducen una y otra vez determinados defectos que ya habían sido diagnosticados en el siglo XIX. Ojalá la psicología tuviera más memoria. El método indicado para ello —al fin y al cabo, Clío era hija de Mnemósine— es la investigación histórica. La perspectiva elegida es la de las metáforas y las imágenes gráficas que los investigadores han proyectado a través de sus teorías. Por supuesto, es posible escribir una historia de la memoria desde otras perspectivas y con ello surgirían otras historias. La perspectiva de la metáfora es una entre muchas.

Atanasius Kircher no se limitó únicamente a diseñar aparatos de ilusionismo, sino que también se ocupó ampliamente de la *anamorfosis*, la deformación intencionada de una imagen que exige adoptar medidas especiales para anularla. El ingenioso jesuita desarrolló diversos «instrumentos mesópticos» para construir dichas anamorfosis[7]. La mayoría de las anamorfosis eran pinturas o dibujos, pero también podían ser grandes composiciones emplazadas, por ejemplo, al aire libre, como los setos en forma de rostro. Así, la anamorfosis yacía como una figura disimulada en el seto recortado y, como rostro, sólo podía verse desde el lugar elegido por el diseñador como punto de proyección, casi siempre una ventana. Esa ventana era para el rostro lo que la clave para un mensaje codificado: convertía un patrón incomprensible en un mensaje. La pregunta de si ese rostro era un efecto ilusorio o si realmente existía, es totalmente fútil: desde todos los puntos de vista —salvo el de la ventana— no era más que un conjunto de setos plantados sin orden ni concierto aparente.

La obra de arte de la anamorfosis exige que el espectador esté dispuesto a ocupar la perspectiva que el diseñador tenía en mente al concebir la obra. Su buena disposición será recompensada cuando se asome a la ventana y vea transformarse ante sus ojos los setos en un rostro.

[7] A. Kircher, *De ars magna lucis et umbrae*, Roma, 1646.

CAPÍTULO 1

LA PIZARRA MÁGICA

Cuando desconfío de mi memoria, escribe Freud en un apunte que data de 1925, puedo recurrir a la pluma y al papel [1]. El papel se convierte entonces en una parte externa de mi memoria y retiene algo que, de lo contrario, llevaría invisible dentro de mí. Cuando escribo en una hoja de papel, estoy seguro de que dispongo de un «recuerdo» permanente, resguardado de las «deformaciones que quizás habría sufrido en mi memoria» [2]. El inconveniente es que luego, cuando ya no lo necesito, no puedo deshacer mi apunte, y la hoja se llena. Ya no queda espacio para escribir. Estos inconvenientes no existen con otro método: pizarra y tiza. Una pizarra puede usarse siempre de nuevo y por tanto tiene una capacidad ilimitada. Pero el inconveniente de una pizarra es que para escribir un apunte nuevo, antes es preciso borrar el anterior. Por tanto, al parecer, una capacidad ilimitada y la presencia de huellas indelebles se excluyen mutuamente en el caso de los recursos que utilizamos para sustituir a nuestra memoria. Las hojas de papel y las pizarras carecen por consiguiente de esa característica que hace que la memoria humana sea tan increíblemente eficaz, según Freud, «porque nuestro aparato psíquico consigue precisamente lo que no pueden hacer estos otros instrumentos; tiene una capacidad ilimitada para asimilar nuevas percepciones y deja huellas duraderas —aunque no inalterables— en la memoria»[3].

A continuación, Freud explica que ya en 1900, en *Die Traumdeutung* (*La interpretación de los sueños*), había expresado la idea de que los insólitos logros

[1] S. Freud, «Notiz über den Wunderblock», *Internationale Zeitschrift für ärztliche Psychoanalyse*, 11 (1925) 1, pp. 1-5; la cita procede de «Notitie over het «toverblok», *Sigmund Freud, Nederlandse editie*, Amsterdam, 1988, parte 3, pp. 107-112.

[2] Freud, «Notitie», p. 107.

[3] Ibídem, p. 108.

de nuestro aparato psíquico han de atribuirse al funcionamiento de dos sistemas diferentes. El primero, la «Percepción-Conciencia» (P.-Cc.), registra las percepciones sin guardar una huella duradera de ellas. Este sistema es como una hoja en blanco ante cada nueva percepción. El segundo sistema, el «sistema mnemónico», se encuentra detrás del sistema P.-Cc. y guarda las huellas duraderas de nuestras percepciones. Pero, ¿cómo podemos imaginarnos esta combinación de funciones aparentemente incompatibles?

No hace mucho, escribe Freud, salió al mercado un pequeño aparato llamado *Wunderblock*, «pizarra mágica». Está compuesto de una capa de cera, recubierta por una hoja de encerado y una lámina transparente de celuloide. Al escribir en el celuloide se ve aparecer el texto en el encerado. Si es preciso borrar el texto, basta separar el papel de la capa de cera y la pizarra mágica volverá a estar en blanco. Pero al mirar por debajo del encerado, se puede apreciar que en una capa más profunda se ha conservado una huella; en la cera está grabado lo que antes sólo se veía sobre el papel. Las hojas exteriores están en blanco, como si nunca se hubiese escrito en ellas, pero todo se ha conservado en la capa interior. La pizarra mágica, concluye Freud,

> soluciona el problema de cómo combinar ambas funciones, *distribuyéndolas entre dos componentes —sistemas— independientes, aunque conectados entre sí* [cursiva de Freud]. Sin embargo, esta es precisamente la manera en que, según la hipótesis que acabo de mencionar, nuestro aparato psíquico desempeña la función de percepción. La capa que registra los estímulos —el sistema P.-Cc.— no deja huellas duraderas, los fundamentos del recuerdo se establecen en otros sistemas contiguos [4].

Según Freud, las deficiencias de la pizarra mágica no afectan a la analogía, lo importante son las coincidencias. Por tanto, no hemos de preocuparnos por el hecho de que la pizarra mágica no pueda «reproducir» de nuevo desde dentro la escritura desaparecida, algo que sí puede hacer la memoria. Lo que cuenta es el paralelismo, y este va más allá de la simple combinación de funciones. En la pizarra mágica, la escritura desaparece cada vez que se separa el papel de la capa de cera. En el aparato de percepción, la interrupción de la corriente de inervación, del trayecto de los impulsos neuronales, tiene el mismo efecto: sin inervación, el estímulo no alcanza la capa más profunda y la percepción es insensible. La inervación es análoga al contacto entre el papel y la capa de cera en la pizarra mágica: «Si imaginamos que una mano escribe sobre la superficie de la pizarra mágica, mientras que otra separa periódicamente la hoja que cubre la capa de cera, tendremos una ilustración de cómo he intentado imaginarme el funcionamiento de nuestro aparato de percepción psíquico» [5].

[4] Ibídem, p. 111.
[5] Ibídem, p. 112.

Freud era un maestro en el manejo de la metáfora, un aspecto de su trabajo que ha contribuido en gran medida a su prestigio como escritor [6]. Pero para Freud —que en 1930 recibió el premio Goethe de literatura— la función de estas metáforas no era meramente decorativa. En una carta dirigida a Ferenczi, Freud describe la creatividad científica como la «alternancia entre la fantasía atrevida y lúdica, y la incesante crítica realista» [7]. En esta alternancia, las metáforas, comparaciones y analogías eran a la vez inevitables y deseables: «En la psicología sólo podemos describir las cosas con ayuda de comparaciones. No es nada excepcional; también en otros ámbitos se da el caso. Pero hemos de cambiar continuamente de comparaciones, pues ninguna comparación puede sernos útil durante mucho tiempo» [8].

Freud siempre fue fiel a esta doctrina. En su trabajo hay decenas de metáforas y analogías, procedentes de los ámbitos más diversos [9]. La mitología facilitó las metáforas para articular los complejos que recibieron los nombres de Electra y Edipo. El arte de la guerra aportó las metáforas para establecer la relación entre el ego y el subconsciente. Así, Freud comparaba el material inconsciente que llega al ego a través de los sueños y una vez allí actúa por cuenta propia con un ejército de ocupación que se niega a aceptar la legislación vigente en el país que acaba de ocupar y que decreta nuevas leyes. En ocasiones, el ego ha de sufrir el asedio del *id*, en otras el tratamiento psicoanalítico se presenta como una injerencia extranjera en una guerra civil. Otras metáforas freudianas proceden de la física y la técnica. La libido es un líquido que presiona y puede derramarse o desbordarse de un depósito. Famoso es el pasaje en que se compara el *id* con una caldera en plena ebullición, un equilibrio precario de presión y contrapresión, instigado desde abajo por los impulsos y regulado desde arriba por los compromisos del ego [10]. La segunda pasión en la vida de Freud —la arqueología— fue también una fuente inagotable de metáforas. Como un arqueólogo que intenta reconstruir el perfil y los adornos murales de un antiguo edificio a partir de los restos de muros y cascajos desenterrados, el psicoanalista tenía que sacar sus conclusiones de los fragmentos de recuerdos y las asociaciones de su paciente. El tratamiento de la histeria consistía en penetrar capa por capa hasta el trauma oculto debajo de ella. Los síntomas desaparecerían sólo cuando se hubiera desenterrado del todo el recuerdo traumático y la erosión natural empezara a borrarlo. ¿Acaso la verdadera destrucción de Pompeya no empezó después de desenterrarla? (Véase figura 1.1)

[6] J. T. Edelson, «Freud's use of metaphor», *Psychoanalytic study of the child*», 38 (1983), pp. 17-59.
[7] Citado en D. E. Leary (ed.), *Metaphors in the history of psychology*, Cambridge Mass., 1990, p. 43.
[8] Citado en B. Bettelheim, *Freud and man's soul*, Nueva York, 1983, p. 37.
[9] L. Breger, «Some metaphorical types met with in psychoanalytic theory», *Psychoanalysis and contemporary thought*, 4 (1981) 1, pp. 107-140; H. Nash, «Freud and metaphor», *Archives of general psychiatry* (1962) 7, pp. 25-29.
[10] G. H. E. Russelman, *Van James Watt tot Sigmund Freud. De opkomst van het stuwmodel van de zelfexpressie*, Deventer, 1983.

1.1 Según él mismo afirmaba, Freud leyó en su vida más sobre arqueología que sobre psicología. Era un apasionado coleccionista de objetos antiguos. Sobre mesas y en sus vitrinas, tanto en su consulta como en su estudio, había expuesta una enorme colección de jarrones, cuencos y potes, esfinges y budas, relieves, estatuillas y bustos. En mayo de 1938, pocos días antes de la salida de Freud hacia Londres, forzada por la Gestapo, Eduard Engelman fotografió todas las habitaciones del piso de la Berggasse 19. En estas fotografías puede apreciarse que las habitaciones donde Freud trataba a sus pacientes y estudiaba se hallaban a medio camino entre una biblioteca y un museo de antigüedades. Esta vitrina estaba en la consulta, junto a la puerta del estudio de Freud.

Como instrumento retórico, pero también como recurso heurístico en la elaboración de teorías, la metáfora tuvo sin duda gran importancia para Freud. ¿En qué se basa la singular eficacia de este instrumento? Una metáfora como la de la pizarra mágica es un fenómeno «verbal» pero hace también referencia a un objeto concreto y tiene por tanto un aspecto pictórico. Al igual que la pizarra mágica, la metáfora es un instrumento con dos capas, la asociación de palabra e imagen.

La metáfora como cristal ahumado. Tres teorías sobre las metáforas

En la *Poética,* Aristóteles definió la metáfora como «la traslación de un nombre ajeno, o desde el género a la especie, o desde la especie al género, o desde una especie a otra especie, o según la analogía» [11]. La literatura actual suele reservar el término metáfora para definir lo último que nombró Aristóteles: la analogía entre dos objetos, sucesos o relaciones. La definición de Aristóteles comprende dos elementos que siguen incluyéndose en la esencia del lenguaje metafórico: el uso de un nombre «ajeno» y la «traslación» del significado. El primero hace referencia a la desviación del contexto normal presente en todas las metáforas. Utilizando el ejemplo del propio Aristóteles: la palabra «noche» suele referirse a una parte del día y por tanto en la metáfora «la noche de la vida» se ha convertido en un nombre «ajeno». El concepto «traslación» indica que las connotaciones de la palabra en el contexto normal son transportadas al contexto nuevo y «ajeno» . Que un río fluye en una única dirección es un ejemplo de una connotación que en la metáfora «el tiempo es un río» se traslada a un nuevo contexto. Esta característica de la metáfora es inherente a su etimología: la palabra griega *metapherein* significa transporte, transponer, un significado que se ha conservado en la palabra «traslaticio».

[11] Aristóteles, *Poética*, edición trilingüe, trad. de Valentín García Yebra, 1974, Madrid, Gredos, 57b6.

En la literatura existe consenso en torno a la idea de que las metáforas sacan las palabras de su contexto normal y trasladan su significado a un nuevo contexto. Por el contrario, no hay ni asomo de consenso con respecto a cuestiones como: cuál es exactamente la relación entre ambos contextos, cómo se relacionan las metáforas con las descripciones literales, o si todas las metáforas pueden cambiarse por descripciones literales, y hasta si existen las descripciones literales. El hecho de que la pizarra mágica de Freud se denomine unas veces metáfora, otras analogía o modelo, refleja las disputas conceptuales en esta parte del mundo lingüístico. La elaboración de teorías sobre las metáforas son los Balcanes de la literatura.

En 1936, Richards introdujo en su *Philosophy of rhetoric* una terminología para el análisis de las metáforas que sigue vigente hoy en día [12]. El debate iniciado por él sobre el estatus epistemológico de la metáfora también se prolonga hasta hoy. Según el análisis de Richards, una metáfora es el enunciado de una relación entre dos términos. Uno de ellos es el tema *(topic term)*, el término sobre el cual la metáfora afirma algo. El otro es el vehículo *(vehicle term)*, el término que traslada el significado procedente de otro contexto, es decir, el «nombre ajeno» de Aristóteles. En la frase: «El recuerdo es como un perro que se tumba donde quiere», una metáfora de Cees Nooteboom, «recuerdo» es el tema y «un perro que se tumba donde quiere» es el vehículo [13]. Para expresar la coincidencia que sugiere la metáfora, en este caso una memoria que no se deja gobernar, Richards utiliza el término *tenor*, el contenido o tenor de la metáfora.

Sumándose a las ideas de Richards, Black presentó tres conceptos o perspectivas, en las cuales las metáforas son interpretadas sucesivamente en términos de sustitución, comparación e interacción [14]. En el *concepto de sustitución,* el vehículo es un intruso en la frase porque usurpa el lugar del término literal y hace que, a primera vista, la frase parezca incomprensible. En «Romario es un puma», la palabra «puma» hace que la frase, en sentido literal, sea absurda, y sólo la comprenderemos si caemos en la cuenta de que «puma» sustituye a «la modorra, alternada con explosiones de fuerza, agilidad y velocidad». De acuerdo con este concepto, las metáforas son, en rigor, superfluas, y si son toleradas es por razones decorativas, pero en principio podrían sustituirse por la expresión literal.

El problema del concepto de sustitución es que muchas metáforas —sobre todo en la ciencia— tienen su razón de ser en el hecho de que expresan lo que (todavía, o en principio) no puede decirse literalmente. En relación con determinadas células del sistema inmunológico se dice que «reconocen» a los agentes

[12] I. A. Richards, *The philosophy of rhetoric*, Oxford, 1936.

[13] C. Nooteboom, *Rituelen*, Amsterdam, 1980, p. 11. Propiamente dicho, el giro «x es como y» no es una metáfora sino una comparación.

[14] M. Black, *Models and metaphors*, Ithaca, 1962.

patógenos; en la bioquímica se está trabajando duramente para averiguar cuáles son los mecanismos por los que los fagocitos son capaces de ello, pero hoy por hoy estos esfuerzos no han dado pie a una teoría que permita sustituir la metáfora «reconocer» por una descripción literal. En la práctica —y también en este caso— la progresiva elaboración de teorías conlleva más bien una multiplicación de las metáforas: de este modo, «reconocer» se concibe en el plano molecular como un mecanismo de «llave y cerradura». Por consiguiente, la metáfora «reconocer» no es decorativa ni superflua, sino que, simplemente, en estos momentos no hay otra alternativa.

En el caso de las metáforas psicológicas, las objeciones al concepto de sustitución tienen aún más fuerza. Si bien en los procesos físicos podría llegarse a describir literalmente la interacción entre los fagocitos y los agentes patógenos, una descripción literal parece totalmente excluida en el caso de los procesos *psíquicos*. ¿Cuál es el equivalente literal de «procesos de búsqueda» en la memoria? ¿Cómo podemos describir literalmente un proceso como el de «guardar»? ¿A qué descripción literal sustituye la metáfora de «filtrar» la información? A menudo, el problema del lenguaje figurado en la psicología es que no existe una alternativa literal.

Un problema idéntico se presenta en el segundo concepto sobre la relación entre los términos de una metáfora: la metáfora como *comparación*. Según esta interpretación, una metáfora formula una correspondencia que el lector u oyente ha de descubrir a partir de la comparación entre los dos términos de la metáfora. Sabemos que el tiempo fluye y sabemos que un río también fluye, por consiguiente en la frase «el tiempo es un río» la correspondencia que buscamos es «fluir». De hecho, este concepto es un caso especial de sustitución —como también señala Black—, dado que se supone que la correspondencia entre ambos términos podría formularse mediante una descripción literal. Para las metáforas psicológicas, esta interpretación es tan insuficiente como la de la sustitución.

El propio Black —siguiendo los pasos de Richards— abogó por una interpretación de la metáfora en términos de *interacción*. El tema y el vehículo de una metáfora están vinculados a un conjunto de asociaciones, que a su vez están implicadas en una interacción. Esta interacción crea un nuevo significado, inexistente en los dos términos por separado. Por ejemplo, en la frase «el hombre es un lobo», las asociaciones de «lobo» —cruel, traidor, fiero— se vinculan con las asociaciones de «hombre» y surge un nuevo significado del hombre como un ser lobuno. Dado que, a la inversa, esta metáfora otorga también al lobo algo de humano, Black considera que la interacción entre ambos conjuntos de asociaciones es simétrica, aunque en la mayoría de las metáforas el vehículo ejercerá una influencia dominante. En la psicología de la memoria, la metáfora del ordenador es una clara ilustración de dicha interacción: la interac-

ción de asociaciones entre ordenador y memoria no sólo ha dado un carácter más técnico a la memoria, sino también un aire más psicológico al ordenador.

Black explicó su posición con ayuda de diversas metáforas para describir las metáforas. Una de sus «metametáforas» es la de un filtro visual. Quien observe el cielo estrellado a través de un cristal ahumado con algunas franjas transparentes, verá las estrellas en línea recta. En esta metáfora, el cristal oscuro es el vehículo, el filtro que, debido a su estructura, sólo permite ver una parte del tema. En la metáfora «el hombre es un lobo» las asociaciones relevantes del vehículo —cruel, fiero— son las partes transparentes, mientras que las asociaciones irrelevantes —peludo, veloz— son el cristal oscuro. Utilizando un lenguaje que recuerda a la maquinaria óptica de Atanasius Kircher, Black escribe que en una metáfora las asociaciones de un término son «proyectadas» sobre las del otro, creando de este modo un nuevo patrón.

Si bien la «metametáfora» del filtro ha suscitado algunas críticas —y con razón: el cristal oscuro determina en efecto lo que vemos de las estrellas, pero las estrellas no influyen para nada en el cristal—, la teoría de la interacción fue acogida con entusiasmo. La idea de que una metáfora crea un nuevo significado eliminando algunas asociaciones y acentuando otras, conectaba tanto con teorías más antiguas como con otras más recientes sobre la estática y dinámica de las metáforas. Así, en 1936, Richards ya había formulado el núcleo de la teoría de la interacción: «Cuando utilizamos una metáfora, tenemos dos pensamientos activados a la vez y apoyados por una única palabra o frase, cuyo significado es el resultado de su interacción» [15]. Y a su vez, esta descripción recuerda a la observación de Samuel Johnson de que una metáfora «gives you two ideas for one» (te da dos ideas por una). Algunos teóricos contemporáneos, como Martin y Harré, sostienen que tanto el tema como el vehículo son el centro de un «campo semántico» y que la interacción entre ambos campos nos permite generar y comprender nuevas nociones [16].

La teoría de la interacción nos permite hacer algunas anotaciones al margen. La primera es que el aspecto de la interacción adquirirá prominencia a medida que la metáfora sea más nueva, más sorprendente y más original. Las metáforas, al igual que todas las creaciones humanas, están sujetas al desgaste, y el proceso de interacción entre dos dominios, iniciado con una metáfora, puede debilitarse hasta desaparecer por completo. El fenómeno de la «metáfora muerta», la metáfora que se ha ido convirtiendo gradualmente en una expresión literal, constituye el punto final de este proceso. Por ejemplo, la metáfora «estar desquiciado», procedente de sacar de quicio una puerta, como descripción de la

[15] Richards, *Philosophy*, p. 93.

[16] J. Martin, y R. Harré, «Metaphor in science», D. S. Miall (ed.), *Metaphor: problems and perspectives*, Sussex, 1982.

conducta humana, ha ido perdiendo poco a poco su vitalidad como metáfora y finalmente ha quedado momificada en una metáfora muerta.

Nietzsche comparaba la metáfora muerta con una moneda cuya efigie se ha desgastado con el uso, un símil muy acertado, puesto que es en efecto el relieve de la figura el que se debilita poco a poco hasta desaparecer por completo de la expresión. Con ello también se detiene el proceso de interacción: la metáfora ya no da «dos ideas por una» y se ha convertido en una expresión literal corriente.

En segundo lugar, la interacción que evoca la metáfora será más intensa a medida que la red de asociaciones en torno a ambos términos sea más y más detallada. Cuantas más asociaciones tengan los dos dominios relacionados entre sí en una metáfora, más productiva será la selección y organización de dichas asociaciones y mayor será la posibilidad de que la metáfora aporte nuevas ideas. La metáfora de Hooke en que se compara la memoria con el microcosmos es —como veremos— un ejemplo de una metáfora en la que los dos términos están ligados a una detallada red de asociaciones. En tal caso, una metáfora puede tener un considerable rendimiento heurístico. Entonces, los «campos semánticos» son tan fértiles que la primera cosecha puede ir seguida de una segunda y tercera.

La tercera y última observación es que la teoría de la interacción significa un giro hacia la psicología. Si la esencia de la metáfora es que se produce una interacción entre las asociaciones de dos ámbitos y que el producto de dicha interacción es un nuevo significado, se trata de un enunciado basado en las categorías de la psicología. Con ello surge la pregunta de si la psicología puede quizás aclarar algo sobre los procesos *implicados* en el uso de las metáforas. ¿Cómo funciona la interacción de asociaciones? ¿Qué procesos intervienen en la producción y comprensión de las metáforas? ¿Cuál es el papel del lenguaje, de la memoria, de la percepción? En definitiva, ¿qué puede explicarnos la psicología acerca de las metáforas?

Breve psicología de la metáfora

Desde la década de los setenta, la investigación psicológica sobre las metáforas ha experimentado un rápido crecimiento. Entre las aportaciones importantes se encuentran las de la psicología del lenguaje y de la memoria. En la psicología del desarrollo se han realizado estudios sobre la competencia en el manejo de metáforas en función de la maduración cognitiva. Las elaboraciones de teorías en torno a las imágenes mentales conectan en algunos puntos con las teorías sobre las metáforas. Lo mismo puede decirse de la investigación sobre los procesos no verbales en el pensamiento, el razonamiento y la creatividad. En la psicología de la instrucción se han llevado a cabo estudios sobre el valor de las

metáforas como instrumento didáctico. Un enfoque en cierto modo inesperado es el de la neuropsicología: la producción e interpretación de metáforas —como todo proceso psicológico— tiene un sustrato en los procesos cerebrales y en este ámbito, la investigación neuropsicológica ha aportado algunos resultados interesantes en los últimos tres lustros.

Una característica curiosa de las metáforas es que forman una unidad de contrarios: combinan lo concreto con lo abstracto, lo perceptivo con lo verbal, lo gráfico con lo conceptual. En una metáfora, escribe Beck, se hace referencia a un conjunto de relaciones concretas en una determinada situación, a fin de facilitar el reconocimiento de un conjunto análogo de relaciones en otra situación [17]. La esencia de la metáfora es, a su entender, el uso de una imagen concreta para poder comprender o formular relaciones abstractas. Beck establece una diferencia entre dos niveles de pensamiento. Uno de ellos es sensorial y perceptivo y se compone de categorías relativamente difusas. La facilidad con que comprendemos el lenguaje cinestético («un color cálido», «un sonido punzante») recalca los límites difusos de las designaciones verbales en este nivel. El segundo nivel es el del pensamiento verbal y semántico. Las designaciones del concepto son más exactas y más abstractas. La metáfora es según Beck un intermediario entre estas dos entidades: no pertenece enteramente ni a uno ni a otro nivel, media entre las formas de pensamiento analógico y semántico. La metáfora es un *go-between*, un mediador.

Los recientes intentos de trazar un mapa del *locus* neurológico del lenguaje figurado apoyan esta interpretación de la metáfora [18]. Por ahora no se ha logrado definir con precisión las «coordenadas neurológicas de la metáfora» —un título de Danesi—, pero algunas conclusiones ilustran que la metáfora, como combinación de imagen y lenguaje, también es un intermediario en sentido neurológico. La mayoría de estas conclusiones se recogen en la investigación sobre la especialización hemisférica.

En 1940 se realizó por primera vez una operación de cerebro escindido en varias decenas de pacientes de epilepsia. En este tipo de intervención se separa quirúrgicamente el hemisferio derecho del hemisferio izquierdo del cerebro, haciendo una incisión en parte del cuerpo calloso cerebral, un grueso haz de fibras nerviosas situado en la base del cerebro. Esta intervención mitiga los ataques, no porque con ello queden limitados a un lado del cerebro, como se creía en un principio, sino porque se reduce su frecuencia. A continuación, diversos investigadores, entre ellos Roger Sperry, pionero de la investigación neuropsicológica en pacientes de cerebro escindido, iniciaron programas expe-

[17] G. F. Beck, «The metaphor as a mediator between semantic and analogic modes of thought», *Current anthropology*, 19 (1978), 1, pp. 83-88.

[18] M. Danesi, «The neurological coordinates of metaphor», *Communication and cognition*, 22 (1989), 1, pp. 73-86.

rimentales para trazar un perfil psicológico de ambos hemisferios. Sus resultados han dado al traste con la vieja idea de la relación entre el hemisferio izquierdo y el derecho. Esa idea era la de un matrimonio desigual: un hemisferio dominante, casi siempre el izquierdo, que abarcaba todas las funciones lingüísticas, ayudado por un hemisferio subordinado, que optaba por el silencio y en el que seguramente tampoco sucedía gran cosa. La nueva imagen es la de dos socios en igualdad de condiciones, cada uno de ellos con su propio repertorio de especialidades. El hemisferio izquierdo ha conservado muchas de las funciones lingüísticas, como los aspectos semánticos, gramaticales y fonológicos de la lengua. También la memoria verbal y el pensamiento abstracto y analítico se sitúan en el hemisferio izquierdo. El derecho se asocia con la memoria visual, la orientación espacial y el pensamiento concreto y sintético [19]. Diversos experimentos sugieren que esta especialización también está presente en el procesamiento del lenguaje figurado.

En un experimento ya clásico, Winner y Gardner presentaron una serie de metáforas a los sujetos experimentales [20]. Cada metáfora iba acompañada de cuatro ilustraciones, de las cuales el sujeto tenía que elegir la que mejor reflejara el significado de la metáfora. Las demás ilustraciones representaban el sentido literal o la imagen utilizada. En el caso de la metáfora «llevaba una corbata chillona», las ilustraciones no pertinentes eran una corbata de la que salía ruido, una corbata normal y un hombre que hablaba muy fuerte. La ilustración correcta era un hombre con una corbata de colores llamativos. Había tres grupos de sujetos: afásicos (en su mayoría pacientes con una lesión en el hemisferio izquierdo), pacientes con una lesión en el hemisferio derecho, y un grupo de control de personas sin ninguna lesión. Los pacientes con la lesión en el hemisferio izquierdo eligieron por regla general la ilustración que reflejaba el significado de la metáfora. Pero los pacientes con la lesión en el lado derecho elegían en igual proporción el significado literal y el significado figurado, lo cual indica que tenían dificultades a la hora de diferenciar los dos tipos de significado. En un estudio similar se comprobó que los pacientes con una lesión en el hemisferio derecho tenían bastantes dificultades a la hora de descubrir y explicar el significado de los refranes [21]. Dado el carácter de los refranes —una imagen concreta que ha de generalizarse en una relación abstracta— no es sorprendente que una lesión en el hemisferio derecho pueda dificultar la interpretación de los mismos.

Estos resultados experimentales confluyen en la cautelosa conclusión de que en la asimilación de las metáforas están implicados dos procesos psicológicos

[19] S. P. Springer, y G. Deutsch, *Left brain, right brain*, Nueva York, 1985.

[20] E. Winner, y H. Gardner, «The comprehension of metaphor in brain-damaged patients», *Brain* (1977), 100, pp. 717-729.

[21] D. B. Hier, y J. Kaplan, «Verbal comprehension deficits after right hemisphere damage», *Applied psycholinguistics* (1980), 1, pp. 270-294.

distintos, cada uno con su propio sustrato neurológico. Según este punto de vista, la interpretación correcta del lenguaje figurado depende de la integración de un proceso «verbal» y un proceso «gráfico». Una lesión en el hemisferio derecho dificultaría la asimilación de los aspectos visuales y «gráficos» y por consiguiente la interpretación de la metáfora en su conjunto.

La combinación de imagen y lenguaje, de lo gráfico y lo abstracto, hace que las metáforas sean idóneas para explicar y enseñar teorías. Es lo que cabría llamar la «función Comenius» de las metáforas, del filósofo y pedagogo bohemio Johannes Amos Comenius, que en 1657, en su *Didactica Magna,* fue el primero en defender punto por punto la enseñanza gráfica. Ante todo se puede constatar que las metáforas se utilizan en gran medida para tal fin, tanto en publicaciones especializadas como no especializadas. Curtis y Reigeluth examinaron una serie de manuales en el ámbito de las ciencias exactas para ver cómo utilizaban las metáforas y las analogías [22]. Sus descubrimientos fueron suficientemente cuantiosos como para fundamentar una taxonomía. En una relación *estructural,* las entidades a las que hacen referencia el tema y el vehículo comparten una estructura u orden parecido, como en la frase: «Una célula es como una habitación, con suelo, techo y paredes». En una relación *funcional* los dos términos de la metáfora tienen en común su acción, como en «la retroalimentación funciona como un termostato». En la mayoría de los casos, el tema tiene un carácter abstracto, mientras que el vehículo hace referencia a algo concreto: «Los electrones en una trama se comportan como las canicas sobre una piel de tambor». En un análisis de artículos de dos revistas holandesas de divulgación científica, *Kijk* y *Natuur en Techniek*, Woudstra encontró 79 metáforas en 3 números de cada revista, en su mayoría de carácter funcional (70%) [23]. La proporción de metáforas funcionales aumentaba a medida que el contexto se hacía más complicado. En todos los casos, el vehículo era concreto. En una investigación mucho más amplia (26 libros), Curtis y Reigeluth detectaron un claro predominio de metáforas en las que el tema era abstracto y el vehículo concreto.

La función Comenius de las metáforas no sólo se ha investigado examinando textos destinados a la enseñanza, sino también de forma experimental. La investigación de Reynolds y Schwartz apunta a que las metáforas comparten la eficacia educativa de lo gráfico [24]. En dicho estudio se propuso a un grupo de personas que estudiaran ocho textos cortos. Cada texto se cerraba con una conclusión. En una condición, la conclusión se había formulado con una frase lite-

[22] R. V. Curtis, y C. M. Reigeluth, «The use of analogies in written text», *Instructional science* (1984), 13, pp. 99- 117.

[23] E. Woudstra, «Analogies in non-specialist journals», *Communication and cognition* (1989), 22, 1, pp. 47-60.

[24] R. E. Reynolds, y R. M. Schwartz, «Relation of metaphoric processing to comprehension and memory», *Journal of educational psychology* (1983), 75, 3, pp. 450-459.

ral, mientras que en la otra con una metáfora. La reproducción de lo leído indicó que las conclusiones formuladas en lenguaje figurado eran más fáciles de recordar que las conclusiones literales. Además, los sujetos de experimentación que participaban en la condición con metáfora conseguían recordar más detalles del texto. Los autores suponen que las metáforas permiten a los sujetos iniciar más fácilmente el proceso de reproducción y seguirlo durante más tiempo que los sujetos en la otra condición.

Una conclusión como esta podría basarse en la codificación doble. Sobre la base del trabajo experimental y teórico, Paivio sugirió que a la hora de inventar y comprender las metáforas intervienen dos sistemas que funcionan de forma autónoma, pero que pueden intercambiar información entre sí [25]. Uno de los sistemas se centra en la información lingüística y utiliza representaciones verbales procesadas de forma secuencial. El otro sistema procesa información relacionada con objetos y sucesos concretos, y utiliza representaciones que en la mayoría de los casos tienen un carácter visual. Las metáforas son el producto de la cooperación entre ambos sistemas. Paivio ha especificado diversos mecanismos que tienen por objeto explicar por qué el proceso de codificación doble apoya la función comunicativa de las metáforas.

En primer lugar, la actividad de dos sistemas independientes, pero cooperativos, facilita el acceso a la información almacenada en la memoria a largo plazo. Si la metáfora activa a la vez dos procesos de asociación —verbal y visual— se tienen más probabilidades de encontrar la información relevante. Diferentes experimentos han demostrado que la disponibilidad de representaciones no verbales facilita la reproducción del material verbal. Las ilustraciones se recuerdan con más facilidad que las palabras, las palabras concretas más que las abstractas y la orden de vincular dos palabras sueltas por medio de una imagen inventada por uno mismo conlleva una mejora de la reproducción verbal. Desde este punto de vista, la codificación doble provocada con las metáforas es una inversión cognitiva que se recupera en la fase de reproducción.

En segundo lugar, la «imagen» en la metáfora permite almacenar eficazmente la información. El vehículo hace referencia a una imagen concreta, gráfica, cuyas propiedades son almacenadas como un paquete integrado o *chunck* (agrupación) y que luego pueden ser reproducidas como un conjunto coherente. Cuando vemos una imagen, la asociamos a un conjunto de relaciones. Estas relaciones —a diferencia de la información verbal procesada secuencialmente— vienen dadas simultáneamente.

En tercer lugar, el vehículo puede hacer las veces de andamio conceptual del que colgar términos más abstractos. En un experimento realizado por Verbrugge

[25] A. Paivio, «Psychological processes in the comprehension of metaphor», A. Ortony (ed.), *Metaphor and thought*, Cambridge Mass., 1979, pp. 150-171.

y McCarrell, se presentó una serie de metáforas a los sujetos de experimentación [26]. Más tarde, se les pidió que las reprodujeran. En una de las condiciones se les ofreció el tema como indicación, en la otra el vehículo. La comparación demostró que el vehículo es una indicación mucho más eficaz que el tema. Por lo visto, la imagen concreta consigue aglutinar más información. La metáfora permite a la memoria pescar con varios anzuelos a la vez.

La memoria como instrumento heurístico

Las características cognitivas de las metáforas que acabamos de tratar aparecen en la fase que, en la teoría científica, suele denominarse *context of discovery* (contexto de descubrimiento). Después de observarse a sí mismo y a sus colegas, Jerome Bruner se quedó con la impresión de que «forjar una sospecha metafórica en una hipótesis comprobable es un proceso continuo», pero que los investigadores intentan dar siempre una «cualidad aséptica» a sus publicaciones en la prensa especializada, depurada de toda mancha metafórica [27]. Añadió que de este modo se oculta una de las fuentes más fértiles para las ideas. En la ciencia natural hay numerosos ejemplos documentados de cómo los sucesos u objetos concretos y gráficos han servido de fuente de inspiración para nuevas ideas o hipótesis teóricas. Bastará citar unos cuantos. En 1866, tres años antes de que Mendeleiev formulara su ley periódica de los elementos, Newlands —un químico inglés— presentó una clasificación de los elementos por analogía con el teclado de un piano [28]. Newlands agrupó los elementos en series de ocho y comparó estas series con las octavas, porque cada octavo elemento era una repetición del primero. Lo llamó la ley de las octavas en la química. De este modo, al «proyectar» el campo semántico de la ordenación de las notas sobre la ordenación de los elementos químicos, Newlands había desarrollado una interesante anticipación del sistema de Mendeleiev. También en la historia de la inmunología encontramos hipótesis que deben su existencia a las relaciones concretas en un campo muy diferente. El biólogo ruso Mechnikof investigó el comportamiento de las células en las larvas transparentes de las estrellas de mar. En un momento dado, y de forma más o menos casual, cayó algo de serrín entre las larvas, y entonces Mechnikof observó que estas se plegaban en torno al serrín y después lo digerían. Esto le recordó el pus que se forma cuando una astilla provoca una infección, lo cual le llevó a descubrir el principal mecanismo de de-

[26] R. R. Verbrugge, y N. S. McCarrell, «Metaphoric comprehension: studies in reminding and resembling», *Cognitive science* (1977), 9, pp. 494-533.
[27] J. Brunner, *On knowing*, Nueva York, 1965, p. 5.
[28] R. Dreistadt, «An analysis of the use of analogies and metaphors in science», *Journal of psychology* (1968), 68, pp. 97-116.

fensa del sistema inmunológico humano: los fagocitos (literalmente «células tragonas»), los glóbulos blancos que envuelven y digieren las bacterias invasoras. Una reciente monografía sobre la historia de la inmunología lleva el adecuado subtítulo de: *From metaphor to theory* (*De la metáfora a la teoría*) [29].

Las representaciones visuales también han desempeñado un papel crucial en los ámbitos más teóricos de la física. De acuerdo con sus propias declaraciones sabemos que Einstein conceptualizó su teoría en forma de representaciones visuales que manipulaba en experimentos mentales [30]. Así, se imaginó un viaje sobre un rayo de luz. Si en esta situación intentara mirarse en un espejo que mantuviera delante de él, no podría ver su propia imagen, porque la luz no puede ir más rápido que la velocidad de la luz y por tanto no puede alcanzar al espejo. Al igual que un vampiro, escribe Dreistadt, Einstein vería un espejo vacío: la visualización de la relatividad de los procesos ópticos [31]. La visualización en una imagen concreta que puede inspeccionarse como un todo integrado precedía, en el caso de Einstein, a la conceptualización en una teoría formal.

El número de ejemplos podría ampliarse fácilmente [32]. El tenor es siempre que las relaciones en un campo semántico accesible a la imaginación son utilizadas para descubrir o precisar las relaciones en el ámbito del tema. Esta forma de heurística puede dividirse en dos tipos. Se habla de heurística *teórica* cuando una metáfora introduce nuevas nociones teóricas, da coherencia a los procesos hipotéticos o consigue eliminar lo que parecen ser contradicciones entre resultados experimentales. La heurística *empírica* es la medida en que una metáfora suscita nuevas preguntas para la investigación. La metáfora de Harvey «el corazón es una bomba» contenía un fuerte componente heurístico, tanto desde el punto de vista teórico como empírico. La metáfora de la bomba proporcionó nuevos conceptos (como «*circulación* sanguínea») a la elaboración de teorías sobre el funcionamiento del corazón, ordenó descubrimientos sueltos hasta obtener una imagen coherente e hizo comprensibles los resultados experimentales que en otra metáfora —los movimientos de la sangre como la marea alta y baja— constituían una anomalía. Dan testimonio de heurística empírica los experimentos en los que se formulaban preguntas como: ¿existe una relación entre la presión ejercida sobre la sangre y la distancia de la bomba? ¿Cuál es la velocidad de circulación de la sangre? ¿Al estrangular un canal se aumenta la presión hidráulica en otros canales? Todas estas preguntas procedían de asociaciones vinculadas con el ámbito del vehículo de la bomba mecánica (véase figura 2.2).

[29] A. I. Tauber, y L. Chernyak, *Metchnikoff and the origins of immunology: from metaphor to theory*, Nueva York, 1991.
[30] G. Holton, *The scientific imagination: case studies*, Cambridge Mass., 1978.
[31] Dreistadt, «Analysis», 107.
[32] E. S. Ferguson, «The mind's eye: nonverbal thought in technology», *Science* (1977), 197, pp. 827-836.

2.2 El frontispicio de *Corporis humani disquisitio anatomica* (La Haya, 1651), escrito por el médico inglés Nathaniel Highmore, representa una imagen simbólica del cambio empírico en la anatomía. En la parte central superior se encuentra la diosa Anatomía, sentada en su trono. Ha dado la espalda al viejo a su izquierda, que en un *contemplationem museum* se pierde en especulaciones filosóficas; prefiere centrar su atención en el Theatrum Autopsiae a su derecha. Aquí reina la actividad de la investigación empírica. Sobre la mesa hay un cadáver abierto del cual se ha extraído el corazón bajo la mirada de una doble fila de espectadores. El anatomista mantiene en la mano el corazón —del que todavía cuelga un trozo de aorta— y lo muestra devotamente a la diosa. El centro de la imagen se reserva a una bomba de irrigación, metáfora de un corazón que, desde *De motu cordis* (1628) de Harvey, hacía circular la sangre e irrigaba los tejidos corporales. La bomba es manejada por una mano que surge entre las nubes. Aunque el corazón se hubiera convertido en un instrumento mecánico, era puesto en movimiento desde el cielo.

Pero la heurística también tiene un inconveniente. Una «metametáfora» como «filtro» pone de manifiesto que las metáforas visualizan mejor una parte de la información, pero lo hacen eliminando el resto de la información. Al dirigir, filtrar y seleccionar la atención se reduce forzosamente la información disponible en un principio. Esto tiene efectos negativos, tanto a nivel teórico como empírico: nociones teóricas que pasan desapercibidas, hipótesis que quedan desatendidas, relaciones que permanecen ocultas, cuestiones a investigar que se pasan por alto. En el transcurso de los siglos, este lado oscuro ha alimentado en la filosofía y la ciencia el recelo y el menosprecio hacia las metáforas. Para John Locke, la metáfora era un «instrumento de error y engaño». Para Francis Bacon, las metáforas formaban parte de los *idola fori*, los errores que son consecuencia de un lenguaje confuso. En círculos de la Royal Society, la devaluación llegó hasta tal punto que se decretó la prohibición expresa de utilizar el lenguaje figurado en las publicaciones científicas.

La aludida recomendación de Freud de alternar al máximo las metáforas es un intento de aprovechar las ventajas de las metáforas eliminando sus inconvenientes: si cada filtro saca a la luz un aspecto diferente, es de esperar que sólo la combinación de metáforas ofrezca una imagen lo más completa posible de la realidad. Por desgracia, este consejo no es tan fácil de seguir en la reciente psicología de la memoria. Tal y como veremos, las metáforas modernas para describir la memoria, como el ordenador o el holograma, abarcan tanto que es preferible hablar de *temas* metafóricos que de metáforas a secas. No sólo proporcionan términos y metáforas para funciones independientes, sino que forman también el telón de fondo que da significado a cada metáfora por separado. La interpretación de metáforas específicas procedentes del mundo del ordenador y la holografía presupone el tema metafórico del que forman parte. En esta situación, no es posible alternar libremente las metáforas y ello produce una dinámica de metáforas muy diferente de la que esbozó Freud.

La disertación de Freud sobre la memoria como pizarra mágica no era más que un apunte, una redacción de apenas cinco o seis páginas, pero resume, como un modelo a escala, mucho de lo que hemos dicho antes sobre las metáforas. Los temas en dicho apunte remiten una y otra vez a abstracciones, como «Percepción-Conciencia» y «sistema mnemónico». Los vehículos proceden de un aparato concreto y gráfico: la pizarra mágica. Por tanto, tal y como lo describió Black, Freud proyectó las asociaciones de un dominio sobre las del otro dominio, y consiguió de este modo las «dos ideas por una» de Samuel Johnson. El efecto es que se eliminan algunas asociaciones, mientras que se recalcan otras. Por consiguiente, la metáfora de la pizarra mágica hace las veces de filtro. En la taxonomía de Curtis y Reigeluth, la pizarra mágica formaría parte de las metáforas funcionales: las supuestas relaciones entre los sistemas psíquicos coinciden en su función y su acción con las diferentes piezas de la pizarra mágica. Lo que

Freud pretendía con su metáfora residía, según él, sobre todo en el ámbito de la explicación y la aclaración, la función Comenius de las metáforas. Con tal objeto, Freud explica de la forma más gráfica posible cómo funciona una pizarra mágica. De acuerdo con la teoría de la codificación doble de Paivio, de este modo se ofrece información tanto verbal como pictórica, y es posible almacenar en la memoria las relaciones funcionales entre las diferentes capas de la pizarra mágica como un todo integrado. Luego, cuando sea preciso reproducir la información, el vehículo de la metáfora podrá hacer las veces de «andamio conceptual».

Sin embargo, al margen de la función didáctica o educativa, parece que la metáfora de la pizarra mágica desempeñó un papel en el desarrollo de las ideas de Freud sobre las relaciones en el «aparato psíquico». En un apunte, Freud escribe que había atribuido la combinación de una superficie siempre disponible y un registro de huellas permanentes a dos sistemas diferentes en *La interpretación de los sueños* y que la existencia de estos dos sistemas tenía la categoría de «suposición». Freud considera que, al disponerse de un sistema artificial que sabe combinar realmente ambas funciones, esta «suposición» adquiere más plausibilidad. Si se estudia más detenidamente la pizarra mágica, escribe Freud, «se descubre en la construcción un notable parecido con la estructura de nuestro aparato de percepción tal y como la he propuesto, y se constata que puede atender realmente a ambas necesidades» [33]. La metáfora servía no sólo para explicar la teoría, sino que por lo visto también tenía fuerza de convicción para el propio Freud. Además, Freud aprovechó el valor heurístico de la metáfora para relacionar diversas características de la pizarra mágica con características del «aparato psíquico» distintas de las que había que aclarar en un principio. Un ejemplo es la analogía entre el acto de borrar al separar la hoja de la capa de cera y la interrupción periódica de la inervación. Todo parece indicar que el hecho de combinar dos «campos semánticos» diferentes permitió a Freud cosechar más de lo que pretendía en un principio. La metáfora de la pizarra mágica precisó su hipótesis.

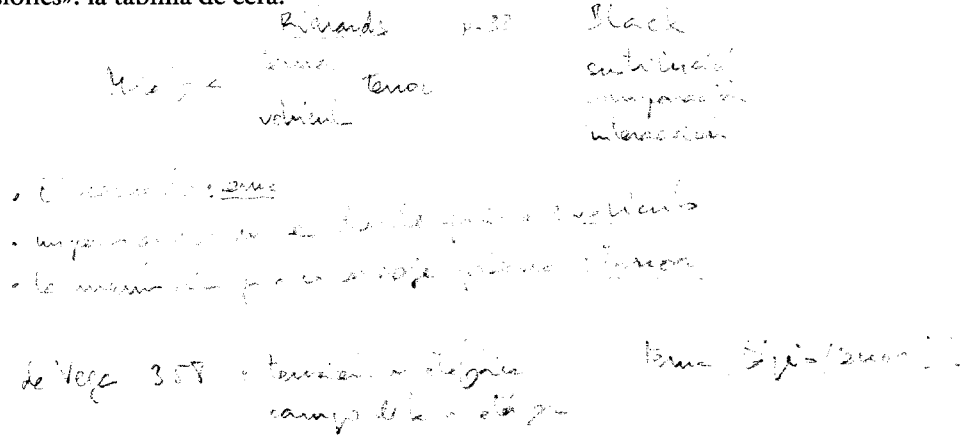
Un interesante experimento mental consiste en trasladar a Freud a nuestra época y preguntarse qué metáfora habría utilizado para expresar la misteriosa combinación de huellas permanentes y una superficie de escritura ilimitada. Posiblemente habría recurrido a la pizarra mágica de nuestro tiempo, el ordenador, ese aparato mitad «psíquico», capaz de registrar, borrar y reproducir información. En un análisis de las consideraciones de Freud sobre el «aparato psíquico», Erdelyi intentó incluir la metáfora de la pizarra mágica en metáforas recientes que describen el procesamiento de la información [34]. Una simple calculadora

[33] Freud, «Notitie», p. 109.

[34] M. H. Erdelyi, «Models of mind and the language of the models», *Psychoanalysis: Freud's cognitive psychology*, Nueva York, 1985, pp. 197-244.

programable de bolsillo, afirma Erdelyi, ya es una mejor alternativa para la pizarra mágica. La información que aparece en la pantalla puede almacenarse en la memoria intermedia. Gracias a ello, la pantalla queda libre para incluir nueva información, al tiempo que la información anterior sigue estando disponible. Con ello, la calculadora demuestra la combinación de funciones que Freud señalaba como la esencia de la pizarra mágica. Además, la calculadora dispone de otras dos funciones que no tiene la pizarra mágica. La pizarra mágica, como ya señaló el propio Freud, no puede reproducir lo que ya se ha borrado («sería realmente una pizarra mágica, si fuera capaz de hacerlo como lo hace nuestra memoria») [35]. La calculadora sí puede. Permite volver a visualizar la información almacenada en la memoria intermedia. Una segunda función que no tiene la pizarra mágica es la posibilidad de introducir cambios en las huellas permanentes: lo que se ha escrito en la capa de cera puede completarse, pero no modificarse. La calculadora, en cambio, sí ofrece esta posibilidad: la información almacenada en la memoria intermedia puede procesarse a voluntad, sin necesidad de visualizarla primero.

Pero al erigir de este modo la pizarra mágica en un *Precomputer-Information-Processing-Scheme* (mecanismo de procesado de información anterior al ordenador) nos anticipamos a lo que todavía está por venir; la historia de las metáforas de la memoria empieza con memorias protéticas bastante más antiguas que la pizarra mágica. Todo empieza con el material de escritura que en tiempos de Platón convertía la memoria en un instrumento que registraba «impresiones»: la tablilla de cera.



[35] Freud «Notitie», p. 111.

CAPÍTULO 2

MEMORIA: LA MEMORIA COMO ESCRITURA

En la historia de la cultura occidental siempre ha existido una estrecha alianza entre la memoria y la escritura. La palabra latina *memoria* tenía un doble significado: «recuerdo» y «recordatorio». La palabra memoria en español contiene todavía ambos significados: la memoria como recuerdo (por ejemplo, corto de memoria) y la memoria como estudio, disertación o tesis (por ejemplo, memoria explicativa). Este doble significado de la palabra memoria recalca el vínculo entre la memoria humana y los recursos que se han ideado para registrar los conocimientos fuera de la memoria. Desde el principio —es decir, desde la tablilla de cera— el recuerdo y el olvido humanos se han descrito en términos tomados de memorias protéticas.

Como un sello en la cera

El *locus classicus* de la metáfora de la tablilla de cera es el *Teeteto* de Platón [1]. En este diálogo sobre el conocimiento y la verdad, Sócrates —quien como de costumbre dialoga principalmente consigo mismo— pide al joven Teeteto que se imagine «que hay en nuestra alma una tablilla de cera, la cual es mayor en unas personas y menor en otras, y cuya cera es más pura en unos casos y más impura en otros, de la misma manera que es más dura unas veces y más blanda otras, pero en algunos individuos tiene la consistencia adecuada» [2]. Este bloque de cera es un regalo de Mnemósine, la madre de las musas, dice Sócrates.

[1] Platón, *Teeteto. Diálogos*, vol. V, traducción de A. Vallejo Campos, Madrid, Biblioteca Clásica Gredos, 1988.
[2] Ibídem, 191c-191e.

> ...si queremos recordar algo que hayamos visto u oído o que hayamos pensado nosotros mismos, aplicando a esta cera las percepciones y pensamientos, los grabamos en ella, como si imprimiéramos el sello de un anillo. Lo que haya quedado grabado lo recordamos y lo sabemos en tanto que permanezca su imagen. Pero, lo que se borre o no haya llegado a grabarse lo olvidamos y no lo sabemos.[3]

En tiempos de Platón, las tablillas de cera ya venían utilizándose desde hacía varios siglos. Se componían de dos o más tablas estrechas unidas entre sí. Untándolas con cera se podía escribir o dibujar sobre ellas [4]. A diferencia de las tablas de arcilla —que se enducerían—, las tablillas de cera podían borrarse y volver a utilizarse. En la Academia de Platón, los alumnos sin duda debieron de utilizarlas, y para Sócrates tuvo que ser muy natural comparar la memoria con un material de escritura cuya calidad variaba según la composición de la cera. Si alguien tiene buena memoria, «cuando la cera es, el alma, profunda y abundante y lisa, y tiene la adecuada contextura», podrá asimilar fácilmente impresiones y retenerlas durante mucho tiempo [5]. Sin embargo, quien haya de arreglárselas con una cera demasiado blanda carecerá de esta «impresionabilidad» —un término que se remonta a la tablilla de cera—, perderá con rapidez las impresiones, y estas personas, según Sócrates, «aprenden con facilidad, pero se hacen olvidadizas» [6]. Si la cera es dura y pétrea, las impresiones no serán suficientemente nítidas. La capacidad para emitir juicios depende de la conexión correcta entre el original y la imagen en la memoria, una relación como la del sello y la impresión.

La tablilla de cera volvería a aparecer de forma más extensa en la teoría de la memoria de Aristóteles. En *De la memoria y el recuerdo* escribe que la experiencia, asimilada por los sentidos, deja en nuestra memoria una «imagen», un *eikon*, «igual que cuando los hombres sellan algo con sus anillos sellados» [7]. En caso de enfermedad no es posible estampar una imagen clara en la memoria, es «como si el estímulo o el sello se hubiera aplicado a un agua que fluye» [8]. Por esta razón, los muy jóvenes y los viejos tienen poca memoria:

> Esos están en un estado de fluencia, los jóvenes a causa de su crecimiento, los viejos a causa de su decadencia. Por una razón semejante, ni los que son muy rápidos, ni los que son muy lentos parecen tener buena memoria; los primeros son más húmedos de lo que deberían ser y los otros son más duros de lo conveniente; en los primeros no puede perdurar la impresión en el alma; en los otros no deja huella.[9]

[3] Ibídem, 191c-191e.
[4] M. Carruthers, *The book of memory. A study of memory in medieval culture,* Cambridge, 1990, p. 22.
[5] Platón, *Teeteto*, 194c.
[6] Ibídem, 194e.
[7] Aristóteles, *De la memoria y el recuerdo*, I, 450a.
[8] Aristóteles, *Memoria*, I, 450a.
[9] Aristóteles, *Memoria*, I, 450b, pp. 1-10.

En la psicología de Aristóteles, marcadamente sensorial, la memoria contiene imágenes que son copias de lo que han transmitido los sentidos. Aristóteles recalca con más fuerza que Platón el aspecto fisiológico de la memoria. Cabría decir que Aristóteles da un significado más literal a la metáfora de la tablilla de cera, que, en el caso de Platón, no era más que una metáfora lúdica. Se estampa realmente algo en el cuerpo, una impresión con características fisiológicas, una huella material. Estas huellas físicas suelen permanecer —en palabras de Ackrill— «sumergidas, inoperantes, desapercibidas», pero pueden recuperarse como imágenes [10]. Los presocráticos ya habían formulado hipótesis sobre el sustrato físico de las huellas mnemónicas. Parménides había propuesto que a cada recuerdo le correspondía un patrón de luz y calor, oscuridad y frío, y que la perturbación de dicho patrón borraba el recuerdo. Diógenes de Apolonia suponía que los recuerdos estaban fijados según una determinada distribución del aire en el cuerpo; la confirmación de esta hipótesis la encontró al observar que las personas suspiraban aliviadas cuando por fin les venía a la memoria lo que buscaban.

En tiempos de Aristóteles, el *pneuma* era el concepto central en la física. Aristóteles conectó con este concepto su teoría sobre el sustrato físico de la huella mnemónica; el recuerdo era el movimiento cada vez más débil con el que el *pneuma* transportaba las impresiones sensoriales por el cuerpo. El punto final provisional de este transporte era el corazón, sede de las emociones [11]. Aquello que había que tomarse a pecho se conservaba en el centro del sistema circulatorio [12]. Una vez almacenadas en el corazón, las representaciones superiores —las de la vista, el oído y el olfato— podían ser trasladadas al cerebro por el *pneuma*.

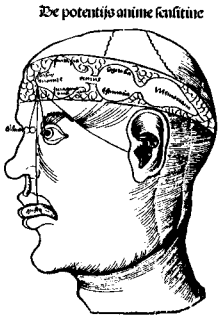
En posteriores teorías fisiológicas, el *pneuma* cedería el paso al *spiritus animales*, una sustancia etérea que —según el médico grecorromano Galeno— se almacenaba en las cavidades cerebrales o ventrículos. El ventrículo posterior estaba reservado a la memoria; lo que había que memorizar se retenía en el occipucio (véase figura 2.1) [13]. Para una memoria que coordinaba lo que recogían los sentidos, esta era una ubicación convincente, que permaneció incontestada durante más de quince siglos.

[10] J. L. Ackrill, *Aristoteles*, Groninga, 1994, p. 97.

[11] También en la tradición hebrea, el corazón era la sede de la memoria: «Guarda en tu corazón mis mandamientos» (Proverbios 3:1-3), «ponlos como collar en tu garganta, y estámpalos en las tablas de tu corazón». Aparte de los mandamientos, también los pecados podían quedar grabados indeleblemente en el corazón: «El pecado de Judá está escrito con punzón de hierro, y grabado con punta de diamante sobre la tabla de su corazón y en los cornijales de sus altares». (Jeremías 17:1.)

[12] La teoría del corazón como *locus* de la memoria ha dejado huellas etimológicas: la palabra latina *recordari*, recordar, hace referencia al corazón, al igual que «*by heart*» o «*par coeur*», sobre lo que se recuerda de memoria.

[13] E. Clarke, y K. Dewhurst, *An illustrated history of brain function*, Oxford, 1972, p. 5.



2.1 Gregor Reisch, prior del monasterio cartujo de Friburgo, incluyó en su *Margarita philosophica* (Basilea, 1503) un dibujo de la mente humana. Este esquema de finales de la Edad Media refleja influencias tanto aristotélicas como galénicas: las capacidades del «alma sensitiva» (Aristóteles) se alojan en los ventrículos (Galeno). En los ventrículos contiguos de la parte anterior del cerebro —dibujada casi siempre como una sola cavidad— se reúnen las imágenes de los sentidos en el *sensus communis*. Gracias a estas imágenes el alma puede tener *phantasia* e *imaginativa*. Las imágenes fluyen a través de un pequeño orificio hasta el segundo ventrículo, donde tienen su sede las *cogitativa* y *estimativa*. El tercer ventrículo, el más alejado de los sentidos, aloja a la *memorativa*.

La metáfora de una superficie cubierta de cera sobre la cual se podía escribir o estampar se convirtió después de Platón y Aristóteles en un topos en la literatura sobre la memoria. Del mismo modo que la escritura se compone de signos y del material sobre el cual se escriben estos signos, explica Cicerón en *De oratore*, la memoria, como una tablilla de cera, contiene por un lado un espacio, una hoja, y por otro las imágenes escritas en ella. Y en el *Ad Herennium*, un tratado de mnemotecnia, se dice que el orador experimentado puede guardar imágenes «en un segundo plano» y aproximarlas a voluntad; este segundo plano equivale a una tablilla de cera o una hoja de papiro, memorizar es escribir, recordar es releer lo que se ha escrito [14]. De este modo la imagen seguía siendo la misma, aunque el material de escritura cambiara. A pesar de que la tablilla de cera había cedido el puesto desde hacía tiempo al códice, y el códice al pergamino y más tarde al papel, el símil de «grabar» una «impresión» para expresar el mecanismo del recuerdo seguía intacto. En el siglo XIII, Tomás de Aquino escribía que un recuerdo es una reducción de la percepción original, del mismo modo que la cera puede reproducir la imagen del sello, pero no permite ver si se ha sellado con oro o con bronce [15]. A finales del siglo XIX, la capa de cera figuraba aún como una superficie receptiva detrás de la percepción en teorías sobre la memoria auditiva; según estas, los sonidos se graban en la memoria del mismo modo en que la aguja de un fonógrafo deja un surco en un cilindro de cera (véase el Capítulo 4). Así, una metáfora con más de dos milenios de antigüedad acabó aplicándose en un ámbito que no tenía nada que ver con la escritura y la lectura. Esta es una muestra de la naturaleza arquetípica de esta metáfora. Una vez grabada en el pensamiento sobre la memoria, no hubo forma de eliminar esta imagen.

[14] Carruthers, *Book*, p. 28.
[15] Ibídem, p. 55.

Un lugar interior que no es lugar

La tablilla de cera no es la única metáfora que tiene su origen en el *Teeteto*. Después de explicar que «reconocer» consiste en buscar el parecido entre una percepción y otras impresiones ya presentes en la memoria, Sócrates empieza a interrogar a Teeteto sobre la diferencia entre *tener* conocimiento y *poseer* conocimiento. Según Sócrates esta diferencia exige otra metáfora:

> Una vez más, de la misma manera que antes disponíamos en nuestras almas una serie de tablillas de cera, también vamos a colocar ahora un cierto palomar en el alma con toda clase de aves, unas, en bandadas separadas de las demás, otras en pequeños grupos, y unas pocas, aisladas, volando al azar entre las otras [16].

En este palomar —otras traducciones hablan de «jaula» o «pajarera»— el conocimiento está disponible de dos maneras: poseer conocimiento significa tener el pájaro en la jaula, tener conocimiento significa tener el pájaro en la mano; esta es la diferencia entre la posibilidad de recordar y el recuerdo efectivo. En nuestra infancia, la pajarera está prácticamente vacía, pero por medio del aprendizaje vamos añadiendo pájaros a nuestra colección. Si nos equivocamos es porque hemos cogido el pájaro equivocado: «Entonces, por así decirlo, cogemos la paloma torcaz que tenemos en nuestro interior, en lugar de coger la paloma común» [17].

Según esta bucólica imagen de la memoria como palomar o pajarera, recordar es como conservar experiencias en un recinto cerrado. Quien quiera recordar algo, tendrá que entrar de nuevo en el recinto y buscar lo que tiene guardado en él. Al igual que la tablilla de cera, la metáfora del almacén, en la bibliografía sobre la memoria, se ha convertido en un arquetipo que ha conocido decenas de variantes desde los griegos hasta las teorías actuales. Aún ahora se habla de «tiempo de almacenamiento» y «capacidad de almacenamiento» y en la memoria tienen lugar «procesos de búsqueda».

Ningún escritor de la Antigüedad ha utilizado con más elegancia las metáforas del almacén que san Agustín. En el Libro X de las *Confesiones* habla de edificios, almacenes, cuevas y tesoros de la memoria, imágenes, según él mismo, que como mucho son una aproximación a la memoria [18]. En el caso de san Agustín no se olvida nunca la tensión que siente entre la memoria y las palabras que se pueden encontrar para referirse a ella. Los recuerdos escribe, quedan «guardados en este gran almacén de la memoria, en sus compartimientos secretos e

[16] Platón, *Teeteto*, 197d.
[17] Ibídem, p. 467.
[18] San Agustín, *Confesiones*, traducción José Cosgaya, Madrid, BAC, 1994.

indescriptibles, por llamarlos de alguna manera» [19]. Las metáforas, insuficientes y a la vez imprescindibles, recrean la memoria en un seudoespacio, «un lugar interior que no es lugar» [20]. Lo que recordamos lo extraemos de «una especie de compartimientos maravillosos» [21]. Las descripciones agustinianas de la memoria deben su atractivo al alto grado de asombro, plenamente justificado, que encierran, como en este célebre pasaje:

> Se desplaza la gente para admirar los picachos de las montañas, las gigantescas olas del mar, las anchurosas corrientes de los ríos, el perímetro del océano y las órbitas de los astros, mientras se olvidan de sí mismos y no se maravillan de que yo, al nombrar todas estas cosas, no las veo con mis ojos. Y, sin embargo, sería incapaz de hablar de ellas si interiormente no viese en mi memoria las montañas, el oleaje, los ríos y los astros que personalmente he tenido ocasión de contemplar, ni el océano del que he oído hablar, con dimensiones tan grandes como si los viese fuera [22].

Las metáforas de san Agustín reducen estos «enormes recintos» a la medida humana de un palacio, un tesoro o una cueva. Todo lo que entra a través de los pórticos, puertas y vías de acceso de los sentidos se deposita y almacena por separado: imágenes, sonidos, olores. En el recuerdo vuelven a aparecer las copias de las cosas percibidas, separadas por sentidos, tan separadas como cuando entraron. Cuando pensamos en colores no se interponen sonidos: «Y eso, aunque los sonidos estén allí y aunque permanezcan latentes, algo así como puestos aparte» [23].

La metáfora del almacén plantea la pregunta de cómo algo que no ha entrado por las puertas de los sentidos puede hallarse en la memoria. ¿Cómo es posible que en nuestra memoria encontremos abstracciones, conceptos aritméticos, leyes o números? Las líneas aritméticas, argumenta san Agustín, no pueden haber entrado por los ojos: incluso las líneas trazadas por arquitectos —«líneas tan finas como los hilos de una tela de araña»— no son imágenes de líneas «que me ha transmitido mi ojo carnal» [24]. Hay otras abstracciones que tampoco tienen un origen sensorial: «Porque lo que es yo, por más que recorra todas las puertas de mi carne, no descubro por cuál de ellas han entrado» [25]. La idea que tenía Aristóteles de la memoria como un punto de reunión de copias sensoriales no responde a este interrogante, sino que es más bien el origen del problema. Por ello san Agustín recurre a una solución platónica: las leyes y las abstrac-

[19] Ibídem, p. 320.
[20] Ibídem, p. 323.
[21] Ibídem, p. 324.
[22] Ibídem, p. 322.
[23] Ibídem, p. 320.
[24] Ibídem, p. 326.
[25] Ibídem, p. 324.

ciones están presentes en nuestra memoria desde nuestro nacimiento, arrinconadas y relegadas «en una especie de cuevas más secretas» [26]. La ciencia y la filosofía son capaces de extraer estos conocimientos de los rincones para poderlos «saber». Cuando aprendí estas imágenes, escribe san Agustín, «las reconocí en mi inteligencia, las di por verdaderas y las encomendé a la memoria como en depósito, para sacarlas cuando quisiera» [27]. No es casualidad que este razonamiento evoque la pajarera de Platón y la diferencia entre poseer conocimiento y tener conocimiento. Si se desea tener realmente como conocimiento lo que está almacenado en la memoria, es preciso reagrupar lo que está disperso. De ahí, según san Agustín, la utilización del verbo *cogitare* (recoger, agrupar) para la actividad de «pensar».

Sin embargo, en el Libro X, san Agustín recurre una y otra vez a la noción aristotélica de la memoria como impresión sensorial [28]. Y cada vez surgen dificultades. Así, tropieza con la cuestión de cómo se puede pensar sobre el «olvido» sin presuponer que el concepto «olvido» está presente en la memoria. ¿Cómo ha llegado hasta allí cuando el olvido es precisamente la ausencia de memoria? Es decir, ¿cómo es posible almacenar algo que está ausente? San Agustín dedicó a esta cuestión algunos pasajes que superan en perplejidad a todos los anteriores. Puedo pensar en cosas como la memoria y el recuerdo porque estas imágenes se encuentran en mi memoria. Por consiguiente, la memoria está al servicio de sí misma. Pero si pienso en el olvido, «hacen acto de presencia la memoria y el olvido: la memoria con que me acuerdo y el olvido del que me acuerdo. Pero ¿qué es el olvido, sino privación de la memoria? ¿Cómo, pues, puede estar presente en la memoria, para poder acordarme de él, cuando la realidad es que, estando presente, no puedo acordarme?»[29].

San Agustín opta por la solución de que no recordamos el olvido en sí, sino una *imagen*, una representación del olvido. Pero acto seguido, se da cuenta de que esto implica nuevos problemas, pues sólo es posible grabar una imagen de una cosa en la memoria si antes se ha visto esta cosa. Mis recuerdos de Cartago, escribe san Agustín, quedaron grabados como imágenes en mi espíritu cuando contemplé la ciudad a través de mis sentidos. Pero ¿cómo se puede percibir el «olvido» a través de los sentidos? Si la memoria incluye una «imagen» del olvido, este tuvo que estar realmente presente en algún momento. Pero si el olvido estaba presente, se pregunta san Agustín, «¿cómo grababa su imagen en la memoria cuando con su sola presencia borra todo cuanto está ya impreso?»[30].

[26] Ibídem, p. 325.
[27] Ibídem, p. 324.
[28] J. Coleman, *Ancient and medieval memories. Studies in the reconstruction of the past*, Cambridge, 1992, p. 95.
[29] San Agustín, *Confesiones*, p. 331.
[30] Ibídem, p. 332.

San Agustín concluía sus reflexiones sobre el olvido con la observación resignada de que, para él, la memoria seguía siendo inescrutable: «Yo mismo me siento fatigado. Personalmente me he convertido en un terreno áspero que me hace sudar demasiado» [31]. Quizás le habría servido de consuelo saber que la psicología contemporánea sigue sin haber encontrado la solución de una variante de su pregunta —el fenómeno de «*knowing-not*» (no conocer), que hace referencia a la constatación de que sabemos con increíble rapidez que *no* sabemos algo. Se trata de una anomalía dentro de la metáfora de la memoria como almacén: en teoría tendríamos que registrar todas las existencias antes de poder constatar que lo que buscamos —por ejemplo, un nombre o el significado de una determinada palabra— no está presente, mientras que reproducir algo que sí está disponible —y que, por consiguiente, hace innecesaria una larga búsqueda— tendría que llevarnos menos tiempo. Las mediciones del tiempo de reacción indican que en realidad sucede lo contrario. Instintivamente, ello recuerda a una de las sorprendidas exclamaciones de san Agustín: «Esto me deja profundamente admirado y lleno de estupor» [32].

San Agustín tomaba sus metáforas de lo que veía a su alrededor: los campos y las cuevas en torno a Cartago, los edificios y los palacios, los tesoros y las pajareras. El recinto imaginario de la memoria se convertía de este modo en un reflejo del mundo exterior, *su* mundo exterior, una copia de lo exterior en lo interior. Otros escritores, que vivieron en otros lugares, en otras épocas, estamparon también *su* mundo en las metáforas que utilizaron para describir la memoria. En la Antigüedad y la Edad Media, la memoria como un almacén era un tópico, con imágenes siempre cambiantes [33]. En el siglo III antes de Cristo, el estoico Zenón de Citio describía la memoria como un *thesaurismos phantasion*, un almacén de ideas. Más tarde, este *thesaurus* haría referencia a un tesoro y también a una caja fuerte para guardar objetos de valor: los sabios orientales sacaron el oro, el incienso y la mirra de sus *thesauri* [34]. Para Casiodoro, fundador del monasterio de Vivarium, la memoria era algo más terrenal, como una colección de casillas y jaulas, recintos cerrados en los que podían almacenarse las percepciones, después de haberlas clasificado. Sin el orden que otorga la selección y la elección, la memoria no sería más que una *silva*, un bosque impenetrable. La misma idea de orden viene expresada en la metáfora de la memoria como *sacculus* o bolsa de dinero. Un *sacculus* no era un simple saco, sino una bolsa primorosamente dividida con diversos compartimientos para las diferentes monedas. En el siglo XII, Hugo de San Víctor comparaba la memoria ejercitada con el *sacculus* de un

[31] Ibídem, p. 331.
[32] San Agustín, *Confesiones*, p. 322.
[33] Carruthers, *Book*, pp. 33-45.
[34] Mateo 2:11.

cambista: lo que se desea memorizar ha de ponerse a buen recaudo. Elaborar recuerdos era como acuñar monedas: igual que el sello de Aristóteles, la impresión se correspondía con la imagen del sello. El orden en la memoria, escribía Hugo, facilita encontrar lo buscado, igual que un cambista experto que a la señal del cliente desliza su mano a la casilla correcta.

También la celda, en su origen un establo o jaula para animales domésticos, más tarde un cuarto en un convento, se ha utilizado como metáfora de la memoria. Cuando Chaucer le hace decir a un fraile que tiene hasta cien tragedias en sus *celle*, se refiere a lo que se halla grabado en los entresijos de su memoria. En el latín clásico, las *cellae* eran los nichos de un palomar. Más tarde, cuando los rollos de papiro empezaron a conservarse en cajas divididas en casillas por tabiques verticales, era lógico que aparecieran asociaciones con el palomar de Platón. El pájaro, rápido e inasible, era una imagen popular para representar el alma, y el hecho de que los recuerdos se almacenaran en *cellae*, donde podían guardarse tanto pájaros como papiros, asociaba la metáfora del almacén a la metáfora de la escritura.

Esto nos devuelve a la noción de la memoria como un material de escritura. En la Edad Media, la memoria —que antes había sido una tablilla de cera— se representaría sucesivamente como un códice, un libro, una biblioteca.

El libro como memoria, la memoria como libro

En su introducción a *The book of memory* (*El libro de la memoria*), Mary Carruthers compara a dos de los más grandes cerebros que hayan vivido jamás: Tomás de Aquino y Albert Einstein [35]. O mejor dicho: da la palabra a dos escritores que conocieron de cerca a Tomás y a Einstein, respectivamente, y que, volviendo la vista atrás, intentan formular en qué se basaba su grandeza. El nexo de unión entre ambas descripciones es una inmensa admiración, pero esa admiración apunta también a características que —como pauta— son casi opuestas. Lo que se valora de Einstein es su originalidad y creatividad. Einstein, nos dice, poseía una «enorme imaginación», se dejaba guiar por su intuición en «territorio desconocido», se mantenía apartado de las convenciones y en sus ansias de independencia prefería seguir «caminos solitarios». La revolución que provocó se debió a su capacidad para evitar los caminos que habían recorrido otros.

Poco después de la muerte de Tomás de Aquino en 1274, empezaron los interrogatorios que solían constituir el primer paso en el procedimiento de canonización. Los elogios de sus compañeros de orden tenían un carácter totalmente distinto de los de Einstein siete siglos más tarde. Tomás también poseía un

[35] Carruthers, *Book*, pp. 2-6.

intelecto brillante y original, pero lo que se elogia de él es ante todo su *memoria*. Se habla de cómo había elaborado una recopilación de comentarios a los cuatros evangelios para el papa Urbano IV, habiendo consultado para ello en su memoria los textos que había leído y memorizado durante su estancia en otros monasterios. Su memoria era extraordinariamente rica y sólida; recordaba todo cuanto hubiera leído. Sus alumnos declararon que Tomás dictaba a tres y, en ocasiones, cuatro secretarios a la vez, sobre diferentes temas, y lo hacía de memoria, sin consultar: «Parecía ordenar simplemente a su memoria que dejara fluir sus tesoros». Si se enfrentaba a una dificultad, se recogía en la oración, para después, de vuelta al escritorio, observar que veía con tanta claridad sus pensamientos «que parecía como si en su interior, como en un libro, le fueran mostradas las palabras que necesitaba». Con esta memoria, que parecía no conocer el olvido, era «como si el conocimiento aumentara siempre en su espíritu, como las hojas que se van añadiendo una por una a un libro».

Lo que sorprende a Carruthers en estas dos descripciones es un contraste que —desde la perspectiva medieval— puede reducirse al que existe entre *imaginatio* y *memoria*. La genialidad de Einstein se atribuía a la intuición y la imaginación, características que le permitían escapar de lo que se había pensado antes de él. Por el contrario, la genialidad de Tomás de Aquino parecía basarse en una memoria portentosa en la que iba coleccionando conocimientos en un proceso lento y acumulativo. En el siglo XIII, por lo visto, se tenía un concepto totalmente diferente al de nuestra época sobre el valor de la memoria como instrumento del pensamiento. De hecho es una inversión: mientras que en la Edad Media se consideraba que la *memoria* era la capacidad suprema del espíritu, y por ello la situaban en la profundidad del cerebro, en el tercer ventrículo, en nuestra época se valora más que nada la *imaginatio*, la capacidad que en el medievo se situaba en el primer ventrículo, justo detrás de los sentidos [36].

Pero igualmente importante —y paralelo al comentario de Carruthers— es la persistencia con que los testigos recurrían al libro como imagen de la memoria de Tomás [37]. Por supuesto, Tomás era para sus compañeros de orden un hombre de letras, que leía, escribía, dictaba, un erudito para el cual cada comida suponía una molesta interrupción del estudio en su celda, biblioteca o escritorio. No obstante, cabe suponer que la tenacidad de las metáforas del libro era algo más que un intento elegante de describir a alguien con términos propios del mundo en que se movía. El hecho de comparar la memoria de Tomás con

[36] Esta ubicación no significaba que la *imaginatio* fuera guiada por las vicisitudes de la experiencia: la *imaginatio* era más bien la capacidad de procesar representaciones sensoriales que podían ser sometidas al juicio (*cogitatio* y *estimatio*).

[37] Otros testigos también utilizaban las metáforas del libro. Reginaldo, uno de los secretarios de Tomás de Aquino, declaró que su dictado era tan claro «que parecía que el maestro leyera de un libro que tuviera ante sí». (Carruthers, *Book*, p. 5.)

un libro era en igual medida una expresión del enorme prestigio de que gozaba el libro en la Edad Media. Se trataba de libros que permitían a Tomás «el viajero» llenar su memoria con los logros de anteriores generaciones de pensadores; se trataba de libros que daban ocasión a Tomás «el dictante» de registrar lo que su propio criterio tenía que añadir a ello. Los libros estaban al principio y al final de su memoria. El hecho de que finalmente esta memoria se convirtiera en un libro metafórico, que se iba llenando y enriqueciendo continuamente, «como las hojas que se van añadiendo una por una», no era tan sólo un tributo a Tomás de Aquino, sino también al libro.

Incluso sin la asociación con la Sagrada Escritura —el Libro de los libros— es más que comprensible que el libro gozara de tanto prestigio en la Edad Media. En una época en que la vida personal era precaria e incierta, y sólo algunos pocos vivían lo suficiente para presenciar el nacimiento de los nietos, el libro englobaba la experiencia de decenas de generaciones. Lo que se había confiado al pergamino, lo que se había trasladado de la memoria de una persona individual al dominio de la palabra escrita, se libraba de la transitoriedad. Lo que se escribía en un libro podía ser consultado por otros, era de dominio público, podía transmitirse, transportarse, traducirse, intercambiarse, copiarse, divulgarse, y podría afirmarse que el texto se había puesto a buen recaudo.

Los manuscritos y los incunables medievales evidencian también lo importante que era la conservación. Los escritores y copistas intentaron en sus *scriptoria* armonizar el contenido con la forma, es decir, textos sagrados, registrados en un libro elaborado para durar eternamente. El cuidado con que se confeccionaban los libros, los adornos al margen, la calidad del pergamino, todo ello tenía por objeto causar una única impresión: aquí hay una memoria escrita, una memoria de una especie más permanente que la del ser humano. Esta impresión no carece de fundamento si se considera que muchos de los monasterios donde se elaboraban libros, con sus gruesos muros, ya no existen, se desmoronaron durante la Reforma, fueron reducidos a cenizas o derruidos, mientras que los libros, aparentemente mucho más vulnerables, se conservan intactos en las bibliotecas.

La difusión del libro supuso no sólo un aumento de la palabra escrita, sino también de la imagen. Durante mucho tiempo se creyó que los laicos de la Edad Media dependían de las representaciones visuales, como las estatuas de santos, las pinturas, los frescos y los grabados alegóricos, y que, para la comunidad iletrada, una catedral era como una biblia de piedra y vidrio; sin embargo, esta interpretación no explica la profusión de *picturae* en los libros destinados a un selecto círculo de eruditos [38]. Las miniaturas y los dibujos en los márgenes

[38] Carruthers, *Book*, p. 221.

eran algo más que una simple alternativa a las palabras; tenían que ilustrar el texto —es decir, iluminarlo, de acuerdo con la etimología de la palabra «ilustración», que en latín significa iluminación—, para que este pudiera llegar más fácilmente a la memoria. Cuando, en el año 600, el obispo Sereno de Marsella hizo destruir todas las estatuas de su iglesia, por temor a que su comunidad cayera en la adoración de la imagen, Gregorio Magno le recordó que la memoria tiene dos puertas principales, el oído y la vista, y que por tanto es posible llegar a la memoria por dos caminos: la palabra y la imagen. Por ello, según Gregorio, era preciso adornar las iglesias y los libros con imágenes y pinturas de santos.

Sin embargo, sería un error creer que en la Antigüedad y la Edad Media, el libro empezaba a ser considerado una *alternativa* a la memoria humana, un medio para aliviar la memoria registrando por escrito lo que de lo contrario habría que memorizar. En la tradición monástica, el libro tenía por objeto *apoyar* la memoria, su misión era precisamente la de facilitar la memorización. Esta manera de relacionarse con la palabra escrita difiere de la relación que establecemos hoy en día entre escritura y memoria. Mientras que en nuestros tiempos decimos: «Tengo que recordarlo hasta que pueda escribirlo», en el medievo pensaban: «Tengo que escribirlo para recordarlo mejor». Cuando, en el umbral entre la Antigüedad y la Edad Media, san Jerónimo se dice a sí mismo: «A través de la lectura meticulosa y la meditación diaria, mi corazón ha de construir una biblioteca para Cristo», es en su corazón, centro de la vivencia individual de la fe, donde reúne sus conocimientos, y no en el libro o en la biblioteca [39]. El contenido de los libros tenía que llegar finalmente a la memoria personal. Quizás esta relación entre escritura y memoria quede mejor expresada en lo que cuenta Gregorio Magno sobre el abad Equicio. El tal Equicio solía viajar con un *sacculus* de cuero lleno de códices sagrados. Paraba a todo aquel que encontraba en su camino, escribe Gregorio, a continuación sacaba un códice y dejaba que las fuentes de la Sagrada Escritura brotaran para así regar los prados de su memoria [40]. Una vez más: esta corriente fluía del códice a la memoria, y no al revés.

Lo que se anotaba en un códice o en un libro era por regla general de procedencia religiosa. Salmos, evangelios, liturgias: lo que valía la pena conservar en una memoria escrita coincidía con lo que procedía de la Sagrada Escritura. Por ello, en la iconografía cristiana, el libro se convirtió en atributo fijo de profetas y evangelistas, padres de la Iglesia y santos, que leían o escribían [41].

La costumbre monástica de escuchar la lectura durante la comida, saciarse con la Sagrada Escritura, alimentarse con la Palabra, desembocó en la metáfora de la memoria como estómago. La idea de que había que tomar la palabra de

[39] Ibídem, p. 33.
[40] Ibídem, p. 39.
[41] J. Becker, «Das Buch im Stilleben-Das Stilleben im Buch», *Das Stilleben in Europa*, catálogo, Múnich/Baden-Baden, 1979, p. 450.

Dios como alimento tenía su origen en el Antiguo Testamento. En una visión, el profeta Ezequiel vio cómo el Señor le tendía una mano con un libro enrollado: «Y lo desenrolló ante mi vista; estaba escrito por el anverso y por el reverso: contenía lamentaciones, gemidos y ayes. Y me dijo: "Hijo de hombre, come lo que se te ofrece; come este rollo y ve luego a hablar a la casa de Israel". Yo abrí la boca y él me hizo comer el rollo, y me dijo: "Hijo de hombre, aliméntate y sáciate de este rollo que yo te doy". Lo comí y fue en mi boca dulce como la miel» (Ezequiel 2:10-3:3) [42]. La lectura durante la comida encajaba en una tradición en la que no sólo se probaba, sino también se masticaba las palabras: muchos manuscritos medievales llevan iniciales que se muerden o mastican, como para incitar al lector a hincar el diente en el texto [43]. El estudio había de emprenderse en pequeñas dosis, los hartazgos impedían una buena digestión. Reflexionar sobre lo leído, evocándolo en la memoria, era como rumiar, *ruminatio*.

En los siglos XII y XIII empezó a introducirse, junto a la tradición monástica, una tradición escolástica. El lugar cada vez más prominente de los estudios teológicos, ya no en los monasterios, sino en las primeras universidades, otorgó un nuevo estatus al libro [44]. El contacto de por vida con los textos (leídos) en los monasterios quedaba fuera de las posibilidades de una formación teológica académica: el tiempo era limitado y durante las clases era preciso disponer de varios ejemplares del mismo libro para los estudiantes. Gracias al uso de una letra más pequeña y un pergamino más fino, en el siglo XIII la Biblia ya era en un libro más manejable de un solo volumen, que permitía a los estudiantes y profesores llevar encima su propio ejemplar cuando iban de viaje. En el estudio de teología surgió la necesidad de disponer de compendios, obras de consulta y compilaciones de comentarios. En torno a 1250 apareció la concordancia de la Biblia seguida de registros de la obra de los padres de la Iglesia; en ambos casos no se trataba de libros de lectura, sino de libros de consulta. Esta nueva función —la de ayuda para acceder a una memoria externa— conllevó un cambio de forma y de distribución. Después de la concordancia aparecieron los primeros libros con índice de materias e índice alfabético. La búsqueda de pasajes se facilitaba por medio de artículos, palabras clave anotadas al margen, encabezamientos, iniciales rojas y azules, referencias cruzadas, ubicaciones de citas y nombres propios escritos en rojo para llamar la atención. En los libros de estudio surgió un nuevo orden que recurría cada vez más a la clasificación alfabética de los artículos, distinta del desarrollo lineal que llevaba de principio a fin.

[42] Estas referencias proceden de un ensayo de Wiel Kusters sobre el paralelismo entre comida y lectura: *Honingraten. De smaak van het lezen,* Maastricht, 1994.

[43] M. Camille, *Image on the edge. The margins of medieval art,* Cambridge Mass., 1992, p. 64.

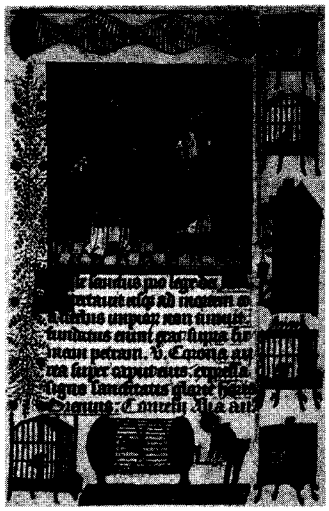
[44] R. H. Rouse, y M. A. Rouse, «*Statim invenire.* Schools, preachers, and the new attitude to the page», R. L. Benson, y G. Constable (eds.), *Renaissance and renewal in the twelfth century,* Cambridge Mass., 1982, pp. 201-225.

El logro del *statim invenire*, encontrar al instante, la disponibilidad instantánea, estaba reñido con las convenciones de la tradición monástica. En un universo ordenado por la coherencia de jerarquía y cronología, un orden alfabético a duras penas podía considerarse un orden. El alfabeto violaba los conocidos principios de armonía y coherencia. La aparición del libro que se consultaba en lugar de leerse tuvo lugar a trompicones, y tampoco consiguió eliminar la relación monástica con el libro. El libro como depósito de información pertenecía al ámbito de un pequeño círculo de eruditos. Como piezas de colecciones particulares, guardados en cajas y armarios, los libros de estudio en los retratos oficiales de teólogos constituían una especie de naturaleza muerta, que a finales de la Edad Media fue pasando poco a poco a un primer plano.

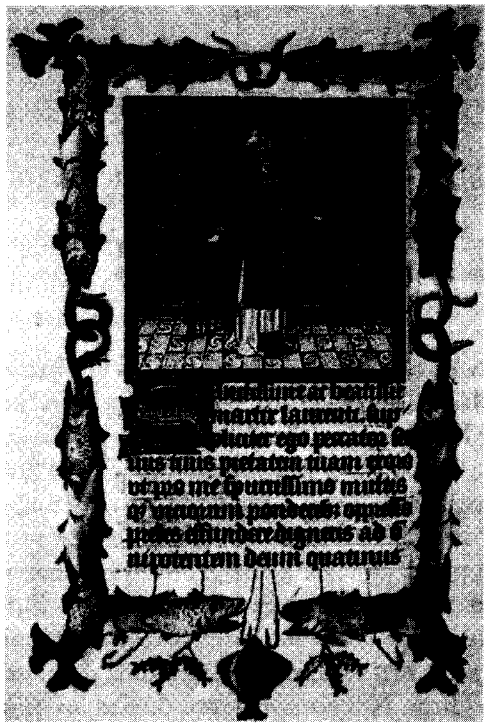
Los márgenes del libro tradicional, dirigido a la memoria individual, no contenían las indicaciones de búsqueda características de la tradición escolástica, pero incluían alusiones para recordar el texto. En los márgenes de los breviarios, los miniaturistas dibujaban monedas y joyas u otros objetos de valor que podían coleccionarse. También encontramos flores y colmenas: pues, ¿acaso leer no era recoger el néctar de las flores que se guarda en los panales de la memoria? Igual popularidad gozaban las escenas de caza, en referencia a una metáfora de Quintiliano: en una memoria ejercitada, la capacidad de recordar es como un cazador que conoce las costumbres de la caza y sabe exactamente dónde se oculta la presa [45]. En la Edad Media, san Alberto Magno se servía de la misma metáfora: «Recordar no es sino rastrear lo que se oculta en la memoria»[46]. Los rastros son *vestigia*, huellas (del pie); recordar es un proceso de *investigatio*. En un breviario confeccionado en 1440 en Utrecht para Catherina van Kleef, duquesa de Gelre, los márgenes están adornados con toda una serie de metáforas visuales de la memoria, hacia la cual el texto había de encontrar su camino (véanse figuras 2.2 y 2.3).

Breviarios como este se publicaron en la época en que el prestigio del libro había alcanzado un punto álgido, a principios del XV. Pero ya antes de la invención de la imprenta, en torno a 1440, se evidenciaron los primeros signos de cambio. Para suplir la creciente demanda, tanto dentro como fuera de las iglesias y los monasterios, fueron apareciendo en el mercado libros de menor calidad y contenido, elaborados por copistas de segundo rango. Ya a finales del siglo XV, unos cincuenta años después de la invención de la imprenta, coleccionar libros en una biblioteca particular se consideraba un signo de vanidad. En *Das Narrenschiff* de 1494, de Sebastián Brant, ya en el primer capítulo, vemos a un sabio engreído, ataviado, como hoy en día en los tebeos, con unas gafas y rodeado de «libros inútiles», como especifica el subtítulo (véase figura 2.4). El respeto

[45] Carruthers, *Book*, p. 247.
[46] Ibídem, p. 247.



2.2 En 1440 alguien pintó un breviario para Catherina van Kleef. Este contenía ocho partes, de acuerdo con las ocho «horas» del día litúrgico. Según Mary Carruthers (véase nota 4), los adornos en los márgenes hacen referencia a las metáforas de la memoria. Las jaulas son posiblemente una visualización de la metáfora de Platón de la memoria como una pajarera o un palomar.



2.3 Carruthers interpreta estos adornos al margen como la *catena* o cadena, una sucesión de asociaciones, en que una imagen arrastra a la siguiente, como un pez colgado del anzuelo. Dado que cada pez muerde la cola del anterior, basta que el texto tenga unos cuantos anzuelos para sacar a flote toda una cadena de los más diversos peces.

2.2 En 1440 alguien pintó un breviario para Catherina van Kleef. Este contenía ocho partes, de acuerdo con las ocho «horas» del día litúrgico. Según Mary Carruthers (véase nota 4), los adornos en los márgenes hacen referencia a las metáforas de la memoria. Las jaulas son posiblemente una visualización de la metáfora de Platón de la memoria como una pajarera o un palomar.

2.3 Carruthers interpreta estos adornos al margen como la *catena* o cadena, una sucesión de asociaciones, en que una imagen arrastra a la siguiente, como un pez colgado del anzuelo. Dado que cada pez muerde la cola del anterior, basta que el texto tenga unos cuantos anzuelos para sacar a flote toda una cadena de los más diversos peces.

2.4 En *Das Narrenschiff* (Basilea 1494) de Sebastián Brant, el bufón posa como un erudito rodeado de «libros inútiles».

por la palabra escrita, que en la Edad Media tuviera una expresión iconográfica tan intensa, empezaba a disminuir, una evolución que no fue provocada, aunque sí acelerada, por la invención de la imprenta y la proliferación de la literatura secular. En el XVI , la población mundial se duplicó y la producción de libros se decuplicó. El libro pasó de ser un ejemplar único a ser un producto fabricado en serie. Se publicaban grandes tiradas, y a partir de mediados del XV se imprimía cada vez más en papel, en lugar de pergamino. Gradualmente, el libro dejó de ser una curiosidad para convertirse en un objeto de uso corriente que, al igual que los demás objetos de uso corriente, tenía una vida útil limitada.

A principios del siglo XVII se completó la pérdida de prestigio. «Ya tenemos un inmenso caos de libros. Nos abruman, nos duelen los ojos de tanto leer, los dedos de tanto hojear», escribía Robert Burton en su *Anatomy of Melancholy* (*Anatomía de la melancolía*) (1621). Debido a ello, el libro había adquirido poco a poco otro significado como metáfora. Los libros ya no se asociaban con lo duradero, con una memoria que mantenía a distancia lo efímero, sino con lo

2.5 Matías Holzwart dibujó el libro como emblema de permanencia y protección contra los caprichos del destino.

limitado, la inutilidad, la futilidad de lo terrenal. Los libros se convirtieron en un símbolo de *vanitas*[47]. El anónimo español *Naturaleza muerta con libros* representado al principio de este libro refleja el declive: los libros están rotos, las cubiertas de piel están arrugadas y encogidas, y ya no pueden proteger al papel, una raída pluma de ganso y un reloj de arena acentúan la transitoriedad del libro.

En decenas de bodegones del siglo XVII, los libros apilados sin orden ni concierto figuran, igual que los conjuntos de frutas, flores o trofeos de caza, como tópicos de lo efímero. Entre los libros se colocaban calaveras, relojes de arena, velas apagadas, copas caídas, pero también laúdes y violas, pues por aquel entonces, la música era —aún— la más efímera de las artes. Rodeado de todo lo que era temporal e inestable, el libro aparecía como lo contrario de lo que había simbolizado en la Antigüedad y en la Edad Media.

Sólo un libro escapaba a este cambio brusco (véase figura 2.5). A principios del siglo XVIII, el pietista Jan Luyken componía la siguiente estrofa:

> Un libro grabado en el corazón como la cera
> vale más que mil en la alacena[48].

Así se mezclaban la cera de Platón y el corazón de Aristóteles de forma ejemplar con la devoción holandesa y por lo menos el Libro de los libros permanecía vinculado a la memoria.

[47] N. Schneider, *Stilleben, Realität und Symbolik der Dinge*, Colonia, 1989, pp. 189-190.
[48] Becker, «Buch», p. 464.

Ars memoriae: *los palacios de la memoria*

Vivimos en una época de memorias externas. Como condición para dominar una materia, la erudición empieza a dejar sitio a algo así como la «erudición en potencia», es decir, la capacidad de orientarse —a corto plazo y para la ocasión— recurriendo a la información que está registrada externamente. El acceso a estas memorias artificiales se realiza aún con medios tradicionales como los registros, bibliografías e índices, sobre todo en las disciplinas en que el libro es la memoria externa más importante, aunque se recurra cada vez más a métodos de búsqueda automatizada. El no va más de esta nueva erudición es la *computersearch* (búsqueda informática) en una base de datos. Para muchas personas, el disco duro de su ordenador se ha convertido en una prótesis de su memoria, como lo son las gafas para sus ojos.

La cultura de las memorias externas no significa sólo un desplazamiento de lo interior a lo exterior, sino también de lo oral a lo escrito. No hay ámbito donde este desplazamiento sea más patente que en la política y el derecho, dos profesiones con un origen oral y una gran tradición oratoria. Ambas conocen ahora una cultura casi exclusivamente escrita. Lo que en círculos parlamentarios se denomina un «debate» es en realidad una serie de lecturas, interrumpidas de vez en cuando por pausas en las cuales se pide más material escrito a los colaboradores. Lo mismo puede decirse de la justicia. Los cargos y alegatos que aún se pronuncian empiezan a convertirse en un anacronismo, pues la mayoría de los pleitos podrían tramitarse por fax, y las vistas públicas por teletexto.

Hubo un tiempo en que la memoria humana era el principal soporte de la información. En la cultura principalmente oral de los griegos, la tablilla de cera o la tablilla de arcilla no eran más que pequeñas ayudas mnemotécnicas, y era preciso grabar en la memoria la mayor parte de lo que se quería sacar a colación en un discurso. Una memoria buena y rica era un instrumento profesional que exigía mantenimiento y dedicación. Al igual que ocurre con nuestras memorias externas, era preciso actualizarla, complementarla e indexarla: una gestión invisible, aunque minuciosa, para la cual existían todo tipo de recursos. Del mismo modo en que nosotros tenemos que utilizar recursos técnicos para acceder a las memorias externas, los griegos tenían instrucciones para abrir los recintos internos de la memoria: la «mnemotecnia». Esta actividad, de origen puramente práctico, acabó convirtiéndose en un arte, el *ars memoriae*[49].

El invento de la mnemotecnia se atribuye a Simónides de Ceos. En un banquete en honor de un tal Scopas, se le pidió a Simónides que recitara un poema.

[49] Para la historia de la mnemotecnia: F. A. Yates, *The art of memory*, Londres, 1966. Una fuente anterior es J. C. von Aretin, *Systematische Anleitung zur Theorie und Praxis der Mnemonik nebst Grundlagen zur Geschichte und Kritik dieser Wissenschaft*, Sulzbach, 1810.

Poco después de su actuación, le llamaron afuera. Durante su ausencia, se derrumbó el tejado de la sala. Los invitados fueron aplastados por el peso de las piedras y quedaron desfigurados. Simónides recordaba el lugar de cada uno y de este modo pudo identificar los cadáveres. Según Cicerón, que recogió este relato en su *De oratore*, Simónides dedujo a raíz de este suceso que

> quien quiera desarrollar esta capacidad para recordar, ha de escoger lugares y formar imágenes mentales de las cosas que quiere recordar y luego almacenar estas imágenes en dichos lugares, de forma que la ordenación de los lugares garantice la ordenación de las cosas, y las imágenes de las cosas designen las cosas, y podamos utilizar los lugares y las imágenes como tablilla de cera y las letras escritas en ella, respectivamente [50].

La mnemotecnia se basaba por tanto en un procedimiento que convertía la memoria en un recinto imaginario, con una distribución clara y accesible, un recinto que había que llenar con las «imágenes» de lo que se deseara recordar [51]. Quien utilizara este método se imaginaba un edificio, una casa, un templo o un palacio. Para cada tema a memorizar se ideaba un signo o una imagen que se depositaba en lugares estratégicos durante un paseo imaginario por los pasillos y estancias. En el momento oportuno se repetía el paseo y las representaciones visuales traían a la memoria los temas [52].

Un abogado que empieza su alegato, explica el *Ad Herennium*, evoca la casa que se ha imaginado y abre la puerta de la primera habitación [53]. Ve a alguien tumbado en una cama. Junto a la cama hay un hombre que sostiene una copa en la mano derecha y una tablilla de cera en la mano izquierda. De su dedo meñique cuelgan los testículos de un carnero. De inmediato recuerda con claridad la acusación contra su cliente: el hombre que yace en la cama ha sido víctima de un envenenamiento, el culpable todavía mantiene la copa de veneno en la mano. La tablilla de cera hace referencia al motivo: la herencia. Los testículos llevan a través de «*testes*»-«*testimonium*», a los testigos [54].

Para no cargar innecesariamente la memoria, la mayoría de tratados mnemotécnicos aconsejaban utilizar como «lugar» un edificio que existiera realmente y con el que se estuviera familiarizado. La mnemotecnia se ha convertido por ello en un espejo de la arquitectura, con un período clásico, otro gótico y otro renacentista. Y dado que las «imágenes» se tomaban de lo que se veía alrededor, los sistemas mnemotécnicos dan también una idea de la mentalidad y

[50] Citado en Yates, *Geheugenkunst*, p. 12.

[51] Las tres fuentes de la mnemotecnia clásica eran *De oratore* de Cicerón, *Institutio oratoria* de Quintiliano y *Ad Herennium*. Este último texto fue escrito entre 86 y 82 antes de Cristo por un maestro de retórica desconocido.

[52] Los «lugares», *topoi*, pasaron más tarde a describir los propios temas, como en el *topic* inglés.

[53] La sucesión de «lugares» puede reconocerse en el giro: «En primer lugar..., en segundo lugar...».

[54] Yates, *Geheugenkunst*, p. 23.

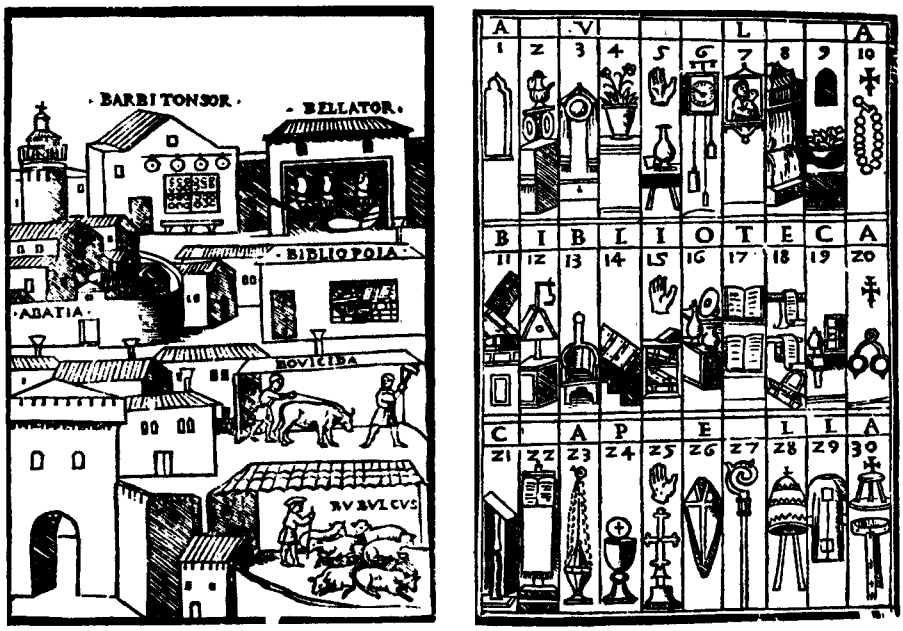
las circunstancias materiales. Algunos sistemas mnemotécnicos abarcan cosas que de otro modo habrían quedado olvidadas hace tiempo. De algunos poemas conocemos tan sólo la estrofa que se incluyó como ejemplo en un tratado mnemotécnico y de este modo —como un insecto conservado en ámbar— ha llegado hasta nosotros intacto.

La mnemotecnia clásica llegó a su fin cuando los vándalos invadieron Roma. Sólo un tratado mnemotécnico, el *Ad Herennium*, llegó relativamente intacto a los *scriptoria* de los monasterios medievales. Y ni siquiera allí estaba a salvo el arte en su forma clásica. Todos los sistemas mnemotécnicos fueron sometidos a una concienzuda cristianización. Los palacios mnemotécnicos fueron sustituidos por abadías y catedrales (véanse figuras 2.6a y 2.6b). En lo que parecía una verdadera iconoclastia se destruyeron las imágenes clásicas y en los nichos se colocaron virtudes como la Castidad y la Moderación, que llevaban en las manos atributos bien diferentes a las copas de veneno y los testículos. El *ars memoria* pasó a formar parte del *ars predicandi*; y la memoria se convirtió en el instrumento para recordar las liturgias y los santos, el cielo, el infierno y el purgatorio. No es casualidad que la mnemotecnia fuera cultivada sobre todo por las órdenes predicantes.

Irónicamente, el sistema mnemotécnico que mayor preocupación causó a la Iglesia en el Renacimiento italiano fue obra de un ex fraile dominico, Giordano Bruno. Bruno había salido de la orden en 1576, y viajando por Inglaterra, Francia y Alemania se había convertido en un líder del *underground* intelectual de la época. Era el sumo sacerdote del hermetismo, el movimiento *New Age* del siglo XVI, una mezcla mágica elaborada a base de unas cuantas partes de ciencia natural y muchas partes de cábala, astrología, alquimia, exorcismo y artes adivinatorias. El hermetismo se remontaba al *Corpus Hermeticum*, una colección de escritos griegos del período comprendido entre los años 100 y 300. En el siglo IV surgió el mito de que el *Corpus Hermeticum* se basaba en el trabajo de Hermes Trismegisto, un sacerdote egipcio, y que por tanto tenía un origen precristiano. Durante el Renacimiento, el hermetismo se fundió con el neoplatonismo y gozó de un rápido resurgimiento, siendo Bruno su principal representante.

El sistema mnemotécnico de este curioso maestro se componía de ruedas en rotación en las que se había dibujado todo el universo. Desde los sistemas solares más lejanos hasta los últimos elementos, desde el ciclo del zodiaco hasta los minerales, desde la geometría y la música hasta inventos como la alfarería y el fuego, desde las fases de la luna hasta instrumentos como los alicates y el peine: todo el universo, desde lo infinitamente pequeño hasta lo infinitamente grande, daba vueltas en las ruedas de Bruno.

A pesar de la explicación que dio Bruno, su sistema mnemotécnico es uno de los diseños más impenetrables que ha engendrado el *ars memoriae*. Tanto es así que ni siquiera el inventivo Yates, que rompe «sellos» y «sellos de sellos»,



(2.6a y 2.6b) La cristianización de la mnemotecnia latina cristalizó en el cambio de los palacios mnemotécnicos clásicos por abadías y catedrales. En la ilustración 6a, una abadía con sus dependencias constituye el fondo de los *loci*. La ilustración 6b es una enumeración de las imágenes con las que había que asociar el material a memorizar, como salmos o fórmulas litúrgicas. Para facilitar la ordenación se había dibujado una mano en los grupos de cinco y una cruz en las decenas. Además, los objetos estaban unidos entre sí por el lugar al que pertenecían: aula, biblioteca y capilla. Las ilustraciones forman parte de un tratado sobre mnemotécnica, escrito por J. Romberch, *Congestorium Artificiose Memorie,* Venecia, 1533.

consigue aclarar gran parte de él. Por lo visto, un lector contemporáneo no puede reconstruir suficientemente el pensamiento oculto de aquella época. Buena parte del diseño de Bruno sigue estando herméticamente cerrado, es inaccesible para quien no esté iniciado en los misterios de la magia y la brujería. Quizás esta inaccesibilidad sea un factor que pueda explicar la prolongada atracción que ha provocado el hermetismo. La corriente secundaria del hermetismo mantuvo su fuerza hasta bien entrada la revolución cultural del siglo XVII, suscitando cada vez nuevas interpretaciones. El último gran monumento en esta tradición fue el teatro de la memoria del inglés Fludd.

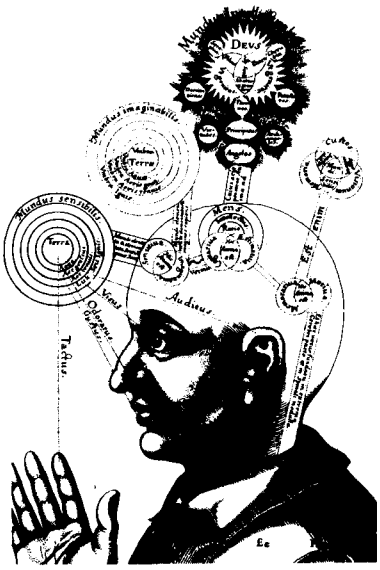
El teatro de la memoria de Fludd

Robert Fludd (1574-1637) merece una atención especial porque su *ars memoriae* no sólo repite los principales temas de la Antigüedad y la Edad Media —como en el final de una sinfonía—, sino también porque su idea de la mente humana como un microcosmos hizo sentir su influencia en posteriores teorías, más mecanicistas, sobre la memoria. Robert Hooke, el protagonista del próximo capítulo, se dejó influir en su juventud por el hermetismo. Fludd es un nexo de unión entre la Edad Media y la Edad Moderna [55].

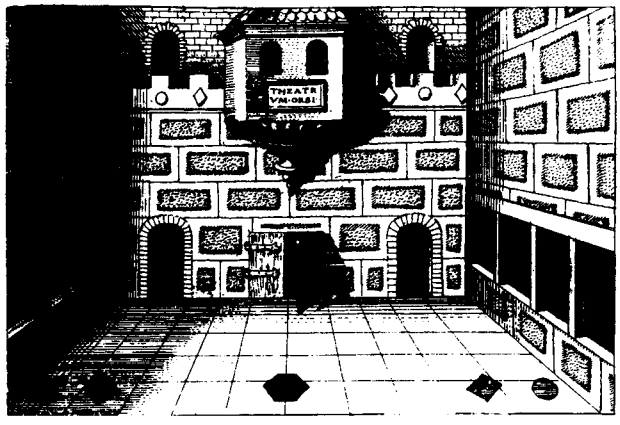
El sistema mnemotécnico de Fludd está imbuido de la armonía entre el macrocosmos de los astros y el microcosmos de la mente humana. Un grabado procedente del *Utriusque Cosmi... Historia* (1619) ha gozado de mucha fama hasta en nuestra época. En él se representan tres esferas psíquicas de percepción, imaginación y razonamiento como reflejo de las órbitas de los planetas (véase figura 2.7). Fludd expresó esta misma idea de armonía entre «arriba» y «abajo» en dos grabados que acompañan su sistema mnemotécnico. El primero es una representación del zodiaco, el segundo un teatro, como metáfora del cerebro. Los grabados se encuentran en páginas opuestas. Cuando se cierra el libro, el firmamento astrológico cubre como un baldaquino el teatro de la memoria.

Yates cree que el teatro de Fludd está modelado de acuerdo con un «teatro público» isabelino, un gran teatro de madera con un escenario a ras del suelo, flanqueado por galerías para el público, y, un piso más arriba, una terraza con almenas donde podían representarse los asedios (véase figura 2.8). La parte central del escenario podía entoldarse. En la parte inferior de este techo —«el cielo»— se dibujaban imágenes del firmamento. Fludd distinguía entre *ars rotunda* y *ars quadrata*. El «arte redondo» se ocupaba de las representaciones inmateriales, como las virtudes, los espíritus y los ángeles; el «arte cuadrado» de las cosas materiales. Su sistema mnemotécnico combinaba el arte redondo con el cuadrado; en las órbitas de los planetas y las estrellas del zodiaco, Fludd situaba los teatros cuadrados y rectangulares en que debían colocarse las imágenes mnemotécnicas. Con la palabra «teatro», Fludd se refería a lo que ahora llamaríamos escenario, el lugar donde tiene lugar la representación propiamente dicha. En primer término del teatro hay cinco columnas, de las cuales sólo se han pintado las bases. Las columnas exteriores son redondas, la central es hexagonal y las intermedias son cuadradas. Cada columna tiene su propio color. Frente a las cinco columnas hay un número igual de puertas o pórticos, que a su vez tie-

[55] Sobre la vida y obra de Fludd: W. H. Huffman, *Robert Fludd and the end of the renaissance*, Londres, 1988. Sobre el carácter esotérico de los escritos de Fludd: J. Godwin, *Robert Fludd. Hermetic philosopher and surveyor of two worlds*, Boulder, 1979.



(2.7) Sumándose a las tradiciones clásicas y medievales, el hermético Robert Fludd dividió el microcosmos de la mente humana en tres secciones que aquí están dibujadas en correspondencia con sus tres «mundos». El «*mundus sensibilis*» reúne lo que entra por los sentidos y, al igual que el «*mundus imaginabilis*», está vinculado al ventrículo anterior. El segundo ventrículo es la sede de la *cogitativa* y la *aestimatio*. Este ventrículo central y superior está vinculado al «*mundus intellectualis*», el principio afín a Dios del pensamiento racional. En el último ventrículo se hallan las *memorativa* y *motiva*. Esta última capacidad rige la motricidad y por ello está directamente conectada a la médula espinal. Cada ventrículo alberga dos capacidades. En el lugar donde éstas coinciden aparece el texto: «*Hic anima est*», aquí está el alma.



(2.8) El teatro como memoria artificial en el *ars memoriae* de Fludd.

nen también su propio color. Las columnas y las puertas producen conjuntamente diez *loci*. En las representaciones de este teatro y de otros dos «teatros secundarios», los escenarios están vacíos y abandonados, un efecto que es aún más surrealista si se piensa que Fludd, en el texto correspondiente, evoca escenas cuya fuerza pretendía que quedaran grabadas en la memoria (Medea que da muerte a su hermano junto a la puerta roja, Medea que colecciona hierbas mágicas, etc.). El material a memorizar se componía de listas de nombres y objetos, figuras mitológicas, enumeraciones de virtudes y pecados, a distribuir en uno de los escenarios, colgadas de las columnas o clavadas a una de las puertas.

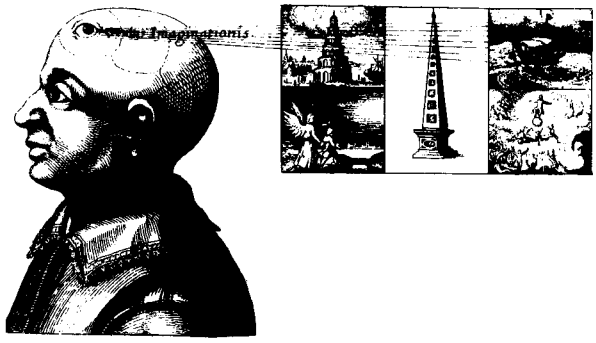
Fludd se oponía abiertamente al uso de «lugares» ficticios e inventados como *loci* mnemotécnicos. Yates sugiere incluso que Fludd no dibujó en este caso un teatro cualquiera, sino el teatro Globe, el teatro de la compañía de actores a la cual pertenecía Shakespeare y en la que se interpretaban sus obras. El primer Globe fue pasto de las llamas en 1613, pero el segundo Globe se levantó sobre los cimientos del primero y se da por sentado que era una copia fiel del anterior. Nadie sabe con exactitud cómo eran aquellos teatros. En 1644 el nuevo Globe también quedó destruido. Las reconstrucciones modernas se basan en testimonios indirectos, como los dibujos de otros teatros y las acotaciones escénicas. Es posible que Fludd nos haya dejado una representación fiel de aquel legendario teatro, algo que Yates denomina con razón una «posibilidad impresionante». La hipótesis de que un teatro que ha desaparecido desde hace tiempo, del que no existen proyectos arquitectónicos ni esbozos, del que no quedan ni las cenizas, tuviera una pareja astral en un oscuro sistema mnemotécnico, y que tres, cuatro siglos más tarde podamos aún pasearnos por él, tiene suficiente atractivo estético como para relegar, de momento, a segundo término el problema de la autenticidad. Algunas hipótesis son demasiado bonitas para no ser ciertas. Así, el teatro de Fludd ilustra de forma inesperada el valor conservador de los sistemas mnemotécnicos. Al fin y al cabo, todos esos palacios, abadías y teatros imaginarios contienen no sólo objetos que fueron entregados por sus diseñadores para ser guardados, sino también todo tipo de cosas que se incluyeron de forma más o menos casual, algo parecido a las salas mortuorias en el interior de las pirámides donde no sólo encontramos momias y sarcófagos de hace miles de años, sino también, entre las vendas, el polen y el aire de aquella época.

De todos los sistemas mnemotécnicos contemplados en la larga tradición de la mnemotecnia, el de Fludd es el más exuberante, casi teatral. En el escenario de su memoria artificial, el espectador contemporáneo verá sólo sombras, recuerdos de un mundo sumergido de rosacruces, paraselcianos, cabalistas y místicos. La mayor parte de lo que Fludd puso en escena es para nosotros impenetrable. Sin duda, en su momento, los *loci* que eligió, las imágenes que utilizaba, las proporciones geométricas entre columnas y escenario, puertas y pórticos, las

representaciones en el cielo de lona encima de los actores, todo ello tuvo su significado y sus referencias, pero tres o cuatro siglos más tarde hemos perdido demasiadas claves como para poder formular interpretaciones fiables (véase figura 2.9). Algunas estancias del teatro de la memoria permanecerán siempre herméticamente cerradas.

La persistencia de la escritura

Los sistemas mnemotécnicos que ha generado el *ars memoriae* son todos ellos intentos de representar el espacio interior de la memoria como un espacio real. Con las instrucciones para almacenar y recuperar el material a memorizar, la memoria se convirtió en un depósito, un almacén mnemotécnico, la metáfora que, más tarde, con Locke se convertiría en el *storehouse of memory* (el almacén de la memoria) para acabar siendo el *long term store* (la memoria a largo plazo) de la psicología actual. Presentado de este modo, es como si la metáfora del almacén hubiera seguido su propio camino, independientemente de la metáfora de la escritura, que la precedía desde el *Teeteto*. Sin embargo, se trata de una impresión engañosa. En realidad, las variantes de la metáfora del almacén no han hecho más que subrayar la persistencia de la metáfora de la escritura. No es sólo que los textos escritos se guardaban a menudo en depósitos —las *cellea* con ro-



(2.9) En la portada del capítulo dedicado a la mnemotécnica, reaparece la tricotomía de la mente humana de Fludd en los ventrículos estilizados. El «ojo de la imaginación» contempla desde el ventrículo anterior cinco «lugares mnemónicos»: en el centro un obelisco, posiblemente una alusión al (supuesto) origen egipcio del hermetismo, a la izquierda la Torre de Babel y Tobías y el Ángel, a la derecha un barco en una tormenta y el Día del Juicio Final con personas que están a punto de ser tragadas por el infierno. Esta última imagen parece una reminiscencia medieval de la necesidad de tener presente el infierno. Fludd no explicó la elección de imágenes, pero cumplen la exigencia mnemotécnica de ser sorprendentes y memorables.

llos de papiro, los *sacculi* llenos de códices—, sino que los recintos imaginarios de la mnemotecnia también estaban llenos de escritura. En todos los tratados mnemotécnicos clásicos, el acto de «colocar» las imágenes mnemotécnicas se representaba como escribir sobre una superficie, ya fuera una tablilla de cera, ya una hoja de papiro. La reproducción durante el discurso se comparaba con la lectura de un texto. Lo mismo puede decirse de los «recintos» de los que hablaba san Agustín. Podían ser «inaccesibles» e «indescriptibles», pero en ellos se escribía y se leía. En los pasajes sobre el olvido, san Agustín se preguntaba cómo la imagen olvidada podía «escribir» en la memoria si «borra» con su presencia lo que estaba «anotado».

Así, en las metáforas procedentes de un ámbito totalmente distinto aparecen fragmentos de la metáfora de la escritura. Esta situación no es simétrica. Las metáforas de la escritura, aunque son espaciales, no presentan la memoria como un depósito. Quizás haya que buscar la explicación de esta asimetría en una diferencia esencial entre escribir y almacenar: escribir presupone un proceso de abstracción, almacenar no. En la escritura se deposita una *versión* de la experiencia, una reproducción, el resultado de selección y perspectiva. Lo que está escrito no puede cambiarse por lo que se ha experimentado, se basa en la distancia y la articulación. Por el contrario, en los depósitos están almacenados los propios productos. Se han coleccionado, introducido y ordenado, pero su almacenamiento carece del carácter de representación que constituye la esencia de la escritura. Para la memoria que no contiene la experiencia, sino su sedimento, la escritura es una metáfora más convincente que el depósito.

La sorprendente fuerza de atracción de esta metáfora, tomada de la primera memoria externa que ha producido nuestra cultura, puede también detectarse en metáforas más recientes. La pizarra mágica de Freud, con su capa de cera, su hoja de papel encerado y su cubierta de celuloide, es una variante de la metáfora de la escritura, del mismo modo en que el término *engrama* para describir la huella mnemónica hace referencia a la escritura.

En la descripción de las memorias de ordenador, que utilizan cintas magnéticas o discos duros, se recurre mucho a las metáforas de la escritura. Las memorias de ordenador, explica Bolter, son «blocs de notas totalmente automatizados sobre los cuales un procesador puede grabar mensajes electrónicos y más tarde leerlos» [56]. Para poder almacenarlos en la memoria de un ordenador, primero es preciso introducir (o «escribir») los datos que, más tarde, en la reproducción, se «leerán». El almacenamiento de nueva información en el lugar de la información antigua se llama *overwriting* (sobreescribir). Los datos sólo pueden procesarse si son *machine-readable* (legibles por máquina). La información puede transferirse (o «transcribirse») de la memoria intermedia al disco duro, aun-

[56] J. D. Bolter, *Turing's man. Western culture in the computer age*, Londres, 1984, p. 157.

que dicha memoria no tenga nada que ver con un texto y las acciones del ordenador tengan muy poco que ver con la lectura. Así, en la memoria artificial más avanzada de que disponemos en estos momentos se ha conservado el doble significado de la palabra «memoria». En la historia de las metáforas de la memoria, la metáfora de la escritura tiene la tenacidad del texto que se encuentra en la escritura anterior en un palimpsesto: a simple vista está borrado por completo, pero examinándolo más de cerca aún podrá apreciarse entre las palabras que se escribieron después.

CAPÍTULO 3

LA LUZ EN LA PIEDRA DE BOLONIA

«El 15 de septiembre del presente año —escribe Robert Boyle en 1677 en una carta a la Royal Society— recibí la visita del doctor Kraft, el célebre químico alemán [1]. Kraft me contó que había traído consigo a Inglaterra una extraña sustancia. Dicha sustancia era capaz de irradiar luz sin ser iluminada por la luz, ni ser calentada. Con gran satisfacción por mi parte, se ofreció a hacerme una demostración en mi casa. Después de que hubiera reunido a diversos miembros de la Royal Society en mi estudio, Kraft nos mostró una gran caja. De ella sacó todo tipo de frascos con polvos y líquidos y los colocó sobre la mesa. Una vez hubo acabado con sus preparativos, nos pidió que cerráramos los postigos y que sacáramos las velas de la habitación. En la oscuridad pudimos ver una retorta que estaba totalmente iluminada por unas dos cucharadas de un líquido, como si en su interior hubiera una bola incandescente recién sacada del fuego. Con mucho cuidado coloqué mi mano sobre el cristal. El líquido no estaba caliente, ni tampoco pude ver humo que saliera de él. Cuando sacudí el líquido, vi de repente un relumbrón. Poco después, Kraft pulverizó un pedazo de sustancia sólida y lo esparció sobre mi alfombra turca. Las migajas brillaban en la oscuridad como estrellas centelleantes. A continuación, Kraft me rogó que le diera una mano, y untó un poco de sustancia luminosa sobre ella y sobre la manga de mi camisa. Cuando soplé, la luz se apagó por un instante, pero después volvió a encenderse. La luz era tan suave e inofensiva que no sentí calor alguno. Si bien contemplamos estos fenómenos con cierto asombro [*not without some wonder*], el punto álgido de la demostración

[1] R. Boyle, «A short memorial of some observations made upon an artificial substance that shines without any precedent illustration», R. T. Gunther, *Early science in Oxford*, vol. VIII, Oxford, 1931, pp. 273 y ss. Cuando Boyle habla del «doctor Kraft» se refiere al médico y alquimista alemán Johann Daniel Crafft.

fue cuando Kraft nos pidió una hoja de papel. Mojó la punta del dedo en uno de los líquidos y empezó a escribir en el papel con grandes letras. Poco después apareció en todo lo ancho la palabra DOMINI, en una luz tan clara que se podían ver los dedos de quien aguantara el papel.» Era un espectáculo magnífico, escribe Boyle, «que era a la vez extraño, bello y aterrador». Después de esta demostración, se dio por finalizada la reunión: «Cuando acabamos ya se había hecho tarde, por lo que el señor Kraft, que tenía que recorrer un buen trecho para llegar a casa, se despidió de nosotros, no sin antes recibir el agradecimiento que merecía por los fenómenos nuevos e instructivos con los que tanto nos había entretenido» [2].

Fósforo y memoria

Boyle escribió este informe a instancias de su ayudante Hooke, quien también había presenciado la demostración. Robert Hooke (1635-1703) era una figura central en la física de por aquel entonces, en virtud de su cargo de *Curator of Experiments to the Royal Society* (conservador de experimentos de la R. S.). Decidió incluir el relato sobre Kraft en una serie de comunicados sobre los últimos experimentos y descubrimientos en torno a las sustancias fosforescentes. En Italia, Alemania e Inglaterra se buscaban febrilmente procedimientos para fabricar materias luminosas, y a través de la correspondencia y el intercambio de muestras, las sociedades científicas se mantenían mutuamente al corriente de los progresos. El procedimiento de Kraft se basaba en la destilación prolongada de grandes cantidades de orina humana y fue descubierto en un principio por el alemán Brand, que vendió su receta a Kraft. Otra sustancia fosforescente que aparece con regularidad en los informes de Hooke es la *Bolognian Stone*, la piedra boloñesa o *lapis illuminabilis*, un mineral que se encontraba en los alrededores de la ciudad italiana de Bolonia y que al quemarse producía una sustancia (sulfuro de bario) que se iluminaba en la oscuridad. Un tercer procedimiento fue descubierto por el alquimista Baldwin (o Balduin) que desleía cal en ácido nítrico, para después destilarla [3].

Los científicos de la época sentían una enorme fascinación por la luz etérea de las sustancias fosforescentes. Las sustancias en sí procedían de la tradición alquimista y las explicaciones de las características luminosas tenían aún a menudo un tono místico. Se partía de la suposición de que las sustancias fosforescentes estaban vinculadas al sol por «simpatía» y que su luz era afín a la del sol. Las llamaban «piedras solares» o «imanes de luz». Para Leibniz, quien en su juventud había sido por poco tiempo miembro de una sociedad alquimista, y que co-

[2] Gunther, *Early science*, p. 277.
[3] Christian Adolph Balduin, alquimista alemán.

nocía personalmente tanto a Brand como a Kraft, el suave resplandor del fósforo era el símbolo del alma que es feliz en sí misma [4]. Más de un siglo después del descubrimiento de los primeros procedimientos, el fósforo seguía presentándose como un fenómeno mágico. En 1771, Joseph Wright of Derby pintó *El descubrimiento del fósforo* como una escena casi sagrada: en la oscuridad de una bóveda gótica, débilmente iluminada por la luna llena, resplandece en una retorta la misteriosa luz del fósforo, observada por un alquimista que se ha hincado de rodillas en actitud de adoración. (véase figura 3.1).

Los relumbrones en las retortas del doctor Kraft, las estrellitas en la alfombra turca, la mano luminosa de Boyle, el DOMINI iluminado, todo ello siguió sin duda ardiendo durante mucho tiempo en la imaginación de Robert Hooke. Cinco años más tarde, en 1682, la fosforescencia volvió a aparecer en su trabajo y lo hizo en un lugar inesperado: en un tratado sobre la memoria humana. El 21 de junio del mismo año, Hooke dio una conferencia ante la Royal Society, cuyo texto fue publicado posteriormente con el título de *An Hypothetical Explication of Memory: how the Organs made use of by the Mind in its Operation may be Mechanically understood* (Una explicación hipotética de la memoria: cómo los órganos que emplea la mente al funcionar pueden comprenderse mecánicamente) [5]. En él, Hooke exponía que es posible dar explicaciones puramente materiales a todos los procesos mnemónicos. En un pasaje sobre la memoria visual, citaba los descubrimientos procedentes de la investigación sobre el fósforo y a continuación recurría al suave resplandor del fósforo como metáfora de la capacidad del cerebro para registrar y almacenar impresiones luminosas. Los asombrosos poderes que dormitaban en el fósforo quedaban reflejados en la metáfora utilizada por Hooke para describir el funcionamiento de la memoria visual.

Según Hooke, cada sentido está vinculado a una sustancia cerebral especial que sirve para retener y reproducir las impresiones que nos llegan a través de ese sentido. Según este principio —que en la actualidad se conoce con el término de «especialización sensorial»—, el cerebro humano contiene una sustancia capaz de conservar las impresiones luminosas de una forma puramente física. Para dar credibilidad a la hipótesis, Hooke remite a las sustancias fosforescentes como las de Baldwin y las piedras boloñesas. Según él, si estas sustancias tienen la capacidad de absorber y retener impresiones luminosas, y emitirlas en la

[4] A. Bettex, *De ontdekking der natuur*, Hoofddorp, 1977, p. 29. En 1667, Leibniz fue durante un tiempo miembro de una sociedad alquimista. Era amigo de Brand y Crafft. Véase R. Finster, y G. van den Heuvel, *Gottfried Wilhelm Leibniz*, Reinbek bei Hamburg, 1990, p. 14.

[5] El texto de la conferencia puede encontrarse en R. Waller, *The posthumous works of Robert Hooke*, Londres, 1705. Dado que el texto tiene apenas nueve páginas, no he considerado necesario indicar el lugar exacto de cada cita.

3.1 *The Alchymist in search of the Philosopher's Stone discovers Phosphorus,* Joseph Wright of Derby, 1771, posiblemente modificado en 1795. El cuadro se encuentra en el Derby Museum & Art Gallery. (B. Nicolson, *Joseph Wright of Derby. Painter of Light*, Londres 1968.)

oscuridad, ¿por qué no podrían existir en el cerebro sustancias capaces de conservar los estímulos luminosos y formar de este modo el residuo físico de nuestros recuerdos visuales? La existencia de esta sustancia cerebral especial puede dilucidarse, escribe Hooke, «por la materia del fósforo hecho de la piedra boloñesa, o la materia descubierta por Baldwin hecha de tiza y nitro; materias que

3.1 *The Alchymist in search of the Philosopher's Stone discovers Phosphorus,* Joseph Wright of Derby, 1771, posiblemente modificado en 1795. El cuadro se encuentra en el Derby Museum & Art Gallery. (B. Nicolson, *Joseph Wright of Derby. Painter of Light*, Londres 1968.)

oscuridad, ¿por qué no podrían existir en el cerebro sustancias capaces de conservar los estímulos luminosos y formar de este modo el residuo físico de nuestros recuerdos visuales? La existencia de esta sustancia cerebral especial puede dilucidarse, escribe Hooke, «por la materia del fósforo hecho de la piedra boloñesa, o la materia descubierta por Baldwin hecha de tiza y nitro; materias que

también son obtenidas y adaptadas por sus preparaciones químicas por la fuerza del fuego y las mezclas hechas en sus procesos que, tan pronto se exponen a las impresiones de la luz, reciben y retienen estas impresiones, aunque no por mucho tiempo, sin embargo el suficiente para mostrarnos un espécimen de una determinada cualidad que no se puede encontrar en otros cuerpos, y que sin embargo puede ser realizada de forma más potente y eficaz por la química de la naturaleza en las digestiones y preparaciones hechas en el maravilloso laboratorio del cuerpo animal; donde todo ha sido ordenado y adaptado por el omnisciente Creador, para la Obra a realizar».

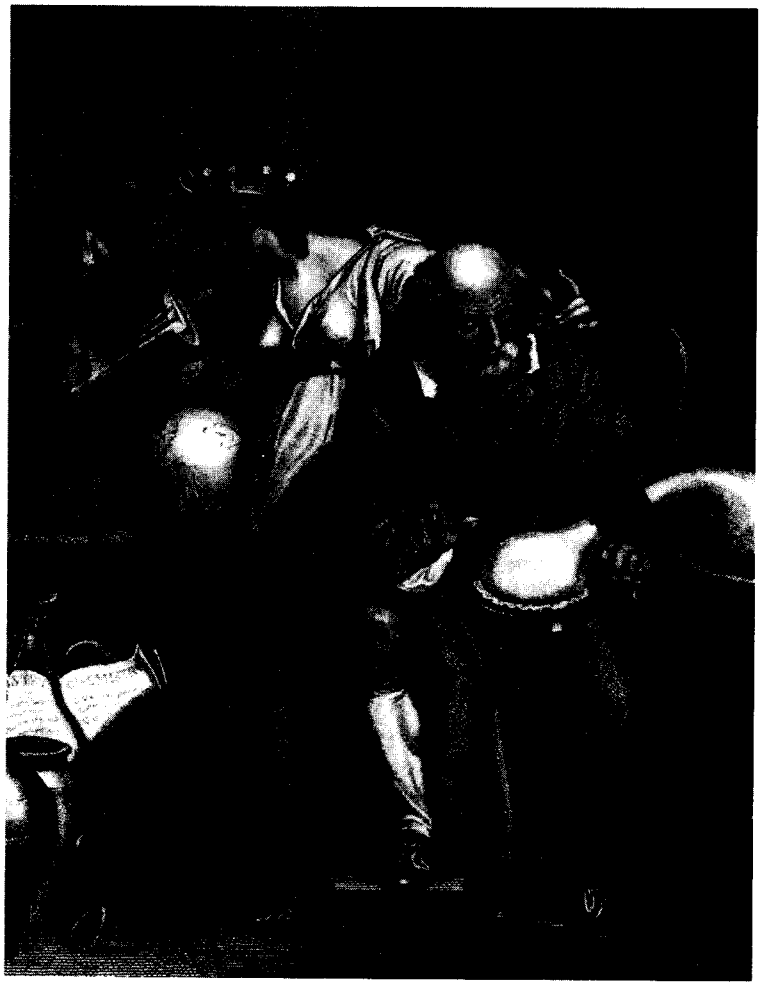
La estructura del razonamiento es clara. Si es posible preparar químicamente una sustancia capaz de retener la luz y volver a emitirla, también será posible que la sustancia cerebral registre y reproduzca impresiones luminosas de forma puramente material. La metáfora encerraba una lógica atractiva: la luz de la piedra de Bolonia hacía referencia a una característica material que el cerebro poseía de forma perfecta gracias a la «química de la naturaleza» (*Chymistry of Nature*).

En esta metáfora del fósforo se ilumina al mismo tiempo el entorno científico en el que se movía Hooke. En 1681, un año antes de su conferencia, la Academia de Roma había enviado a Hooke el informe *Il Fosfora or a Preparation of the Bolognian Stone, whereby it shines in the dark* (El fósforo o una preparación de la Piedra Boloñesa, merced a la cual brilla en la oscuridad) [6]. Las características de la piedra boloñesa mencionadas en dicho informe fueron utilizadas por Hooke tal cual en su analogía del sustrato físico de la memoria visual. Hooke había realizado, junto con Boyle, pruebas con la *Pneumatick Engine* o bomba de vacío, que demostraron que el fósforo seguía brillando incluso en el vacío. Por lo visto, la luz no dependía de la combustión. Aunque normalmente la luz está asociada al calor, como en el caso del hierro candente, las sustancias fosforescentes se mantenían frías. Las demostraciones con fósforo se consideraban idóneas para un público más amplio que sólo los científicos: conocidos, sirvientes, mujeres y niños [7]. De este modo no sólo se conseguían fondos para adquirir la materia prima tan costosa, sino que las pruebas también desempeñaban un papel en la creación de una cultura científica popular. Demostraciones como las de Kraft, Hooke y Boyle, y los subsiguientes ensayos públicos eran un paso en dirección a la publicidad que la Royal Society quería imprimir al nuevo estilo de investigación científica [8]. Las pruebas con fósforo fueron emblemáticas de este estilo (véase figura 3.2).

[6] M. d'Espinasse, *Robert Hooke*, Londres, 1956, p. 161.

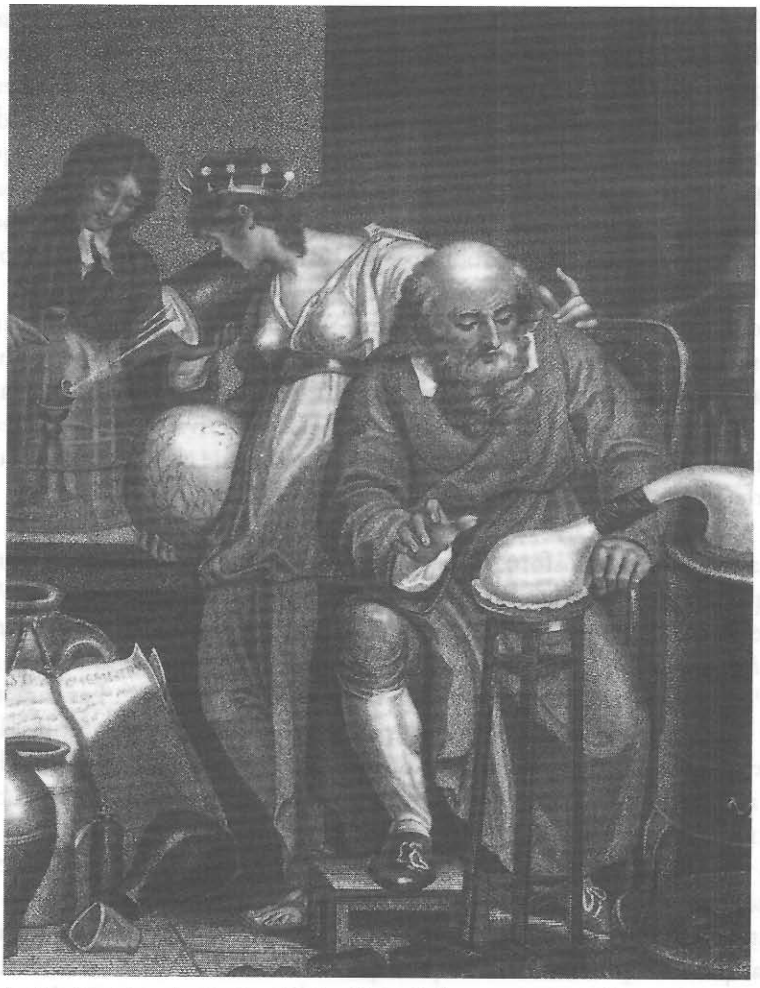
[7] J. V. Golinsky, «A noble spectacle. Phosphorus and the public cultures of science in the early Royal Society», *Isis*, 80 (1989), pp. 11-39.

[8] S. Shapin, y S. Schaffer, *Leviathan and the air-pump. Hobbes, Boyle, and the experimental life*, Princeton, 1985.



3.2 Grabado alegórico de Corbould. La diosa de la ciencia, con el mundo en la mano, se vuelve hacia el joven químico que, sonriendo desdeñosamente, quema un trozo de fósforo con ayuda de una lupa. El anciano que medita sobre su alambique representa la época pasada de la alquimia. Al comparar este grabado con el cuadro de Wright se observa que la fosforescencia era un símbolo popular tanto en el viejo como en el nuevo estilo de investigación química.

Una complicación a la hora de realizar las pruebas era que las sustancias fosforescentes eran difíciles de preparar y por ello muy caras. Las muestras pasaban de mano en mano en cantidades minúsculas. Debido a su escasez, las sustancias fosforescentes se convirtieron en un medio de trueque o de pago aceptado, incluso desde el punto de vista social. En 1676, Baldwin puso a disposición de la



3.2 Grabado alegórico de Corbould. La diosa de la ciencia, con el mundo en la mano, se vuelve hacia el joven químico que, sonriendo desdeñosamente, quema un trozo de fósforo con ayuda de una lupa. El anciano que medita sobre su alambique representa la época pasada de la alquimia. Al comparar este grabado con el cuadro de Wright se observa que la fosforescencia era un símbolo popular tanto en el viejo como en el nuevo estilo de investigación química.

Una complicación a la hora de realizar las pruebas era que las sustancias fosforescentes eran difíciles de preparar y por ello muy caras. Las muestras pasaban de mano en mano en cantidades minúsculas. Debido a su escasez, las sustancias fosforescentes se convirtieron en un medio de trueque o de pago aceptado, incluso desde el punto de vista social. En 1676, Baldwin puso a disposición de la

Royal Society una muestra relativamente grande y poco después fue elegido *fellow* (miembro) de acuerdo con el principio *quid pro quo*. Una parte de su muestra fue regalada a Carlos II, protector de la Royal Society. El fósforo era «una moneda en la economía del prestigio», escribe Golinsky, una «materia noble» en varios sentidos [9].

Con su metáfora del fósforo, para un auditorio de científicos que habían presenciado las demostraciones o habían leído sobre el tema en la revista de la sociedad, *Philosophical Transactions*, Hooke se remitía a la experiencia colectiva. Al hacer referencia a las piedras boloñesas, todo el mundo podía formarse una idea de las características que Hooke atribuía a la sustancia cerebral. El hecho de que no se tuviera aún una explicación clara de la fosforescencia podía considerarse a su vez como un símil: a fin de cuentas, tampoco se tenía ninguna explicación de la memoria visual. Del mismo modo que era un misterio cómo funcionaban las piedras boloñesas o el fósforo de Baldwin, también lo era cómo nuestro cerebro registra, almacena y reproduce las impresiones luminosas. ¿Qué mejor metáfora podía haber para el funcionamiento de la memoria visual que una sustancia que llevaba en su interior algo de la alquimia mística y que no revelaba sus secretos ni siquiera a los más modernos instrumentos de investigación, que no reflejaba la luz, sino que contenía el principio luminoso, una sustancia que se había obsequiado a los soberanos y que era de lo más sublime que había producido la química? Al elegir esta metáfora, Hooke vinculó el respeto por el milagro natural de la memoria humana con los prodigiosos poderes que encerraba el fósforo.

La memoria como microcosmos

La metáfora del fósforo para describir la memoria visual —que acabamos de examinar— procede de un texto lleno de analogías, metáforas y comparaciones. En sí, esta era ya una cuestión controvertida, pues en los círculos intelectuales en que se movía Hooke, las metáforas se trataban con recelo o franca hostilidad. Los creadores y los primeros miembros de la Royal Society imponían duras condiciones a la *manner of discourse*, el lenguaje en que se redactaban los informes sobre las investigaciones y teorías. En 1667, Thomas Sprat escribía en su *History of the Royal Society of London* que los miembros debían utilizar un lenguaje conciso y sencillo, exento del «truco de las metáforas» [10]. Siguiendo el ejemplo de Bacon, Sprat fulminaba el lenguaje metafórico en la ciencia y las «neblinas e incertidumbres» que ello provocaba. Un año antes,

[9] Golinsky, «Noble spectacle», p. 27.
[10] Th. Sprat, *History of the Royal Society*, Londres, 1667, pp. 113 y s.

otro miembro de la sociedad, Samuel Parker, había ido bastante más lejos [11]. Parker abogaba por una prohibición general del uso del lenguaje metafórico en el discurso científico. Para ello aducía las mismas razones que Sprat. Las metáforas, se horrorizaba, «trepan con sus fantasías desenfrenadas y lujuriosas en el lecho de la Razón, manchándola con abrazos impúdicos e indecentes». Quien reflexione por un momento sobre esta metáfora comprenderá cuáles son las consecuencias: «El espíritu se llena, no de conceptos reales y constataciones materiales, sino de fantasías volubles e insustanciales». Sprat y Parker formulaban un sentimiento común: a su entender, la experiencia sólo podía reflejarse fielmente por medio de un lenguaje literal.

El ensayo de Hooke no reflejaba en modo alguno el lenguaje literal y sencillo que prescribía la Royal Society. Sin duda Hooke era consciente de ello. En diferentes partes del texto hace observaciones sobre su abundante lenguaje metafórico. En su conferencia no sólo presentó una teoría mecanicista sobre el funcionamiento de la memoria, sino también un puñado de reflexiones sobre el lenguaje con el que podía describirse la memoria. La teoría de la memoria de Hooke merece nuestra atención desde el punto de vista de la historia de la ciencia; los méritos de su comentario sobre el discurso metafórico residen más bien en el ámbito filosófico.

Robert Hooke se ocupó de los temas más dispares. Semanalmente realizaba experimentos y demostraciones para la Royal Society, ayudó al arquitecto Christopher Wren a reconstruir Londres después del gran incendio de 1666, colaboró con Boyle en la fabricación de instrumentos científicos, construyó microscopios y relojes de péndulo, y escribió ensayos sobre terremotos, cometas, criptografía y magnetismo. Su principal contribución científica fue el libro *Micrographia* (1667), en el que describía sus observaciones microscópicas. Hooke fue, entre otras cosas, quien descubrió y dio nombre a la «célula», llamada así porque la forma recordaba a Hooke a las celdas de un panal (en inglés *cell*). En filosofía adquirieron fama sus ideas sobre el paso del tiempo y la noción del tiempo. Según Hooke, nuestra percepción de la duración deriva del número de sucesos recordados durante ese período. Fue esta hipótesis la que le llevó a hablar de la memoria.

Para Hooke, la memoria era un instrumento material cuyo funcionamiento tenía una explicación puramente mecánica. La noción de que la memoria es de índole material se desprende del hecho de que los factores físicos, como la fiebre o el abuso de bebidas alcohólicas, influyen en ella. Además, la memoria puede destruirse por completo usando la violencia externa (*a great Blow upon the Head*, un fuerte golpe en la cabeza). Hooke pedía a sus oyentes que

[11] S. Parker, *A free and impartial censure of the Platonick philosophy*, Londres, 1666.

se imaginaran la memoria como un depósito (*Repository*) o almacén (*Storehouse*) de imágenes. Los sentidos hacen las veces de transportistas (*Carriers*) que depositan las impresiones en el almacén. Sin embargo, el almacenamiento sólo es posible gracias a una actividad simultánea del alma que da una determinada forma a las impresiones y que les adjudica un lugar. Hooke utiliza para ello el término atención (*Attention*). El alma se halla en un lugar no precisado del cerebro y crea continuamente nuevas imágenes. Las imágenes se ordenan en una cadena: la última imagen formada —el hoy psicológico— es el punto de inicio y la imagen más antigua, el punto final. Cada nuevo eslabón hace que la cadena avance un paso. A medida que se van acumulando imágenes entre el pensamiento o la percepción actual y una determinada imagen situada un poco más lejos en la cadena, al alma le parece que ha transcurrido más tiempo. Gracias a esta interpretación, escribe Hooke, el tiempo y la memoria pueden «entrar en el ámbito de la geometría y la medición».

El almacén en sí está compuesto de sustancia cerebral. Esta sustancia es heterogénea: cada sentido tiene su propio tipo de sustancia cerebral. Para el sustrato de la memoria visual, Hooke remitía —como ya hemos visto— a las sustancias fosforescentes. Para demostrar que la materia en principio también es capaz de retener impresiones auditivas durante algún tiempo, aludía al fenómeno de los vasos «cantantes» («que reproducen el tono que han oído») y a los jarrones en forma de campana que según Vitruvio podían verse en los teatros de la Antigüedad y que recogían y amplificaban los sonidos del escenario. Aparte del conocimiento sensorial, la memoria contiene imágenes que el alma ha formado independientemente de las impresiones sensoriales.

Hooke consideraba que las imágenes eran realmente unidades materiales y con ello planteó un tipo de problema totalmente nuevo en la elaboración de teorías en torno a la memoria. Así, Hooke se preguntaba a qué *velocidad* se forman las imágenes, *cuántas* imágenes contiene la memoria y cuál es su *posición* en el espacio. Dentro de la tradición que considera la memoria como una entidad espiritual y no espacial, no tenía apenas sentido formular semejantes preguntas. En sus *Confesiones,* san Agustín interpretaba los departamentos de la memoria como seudoespacios («compartimientos, por llamarlos de alguna manera») [12]. Según este criterio, el hecho de que cada persona coleccione a lo largo de su vida innumerables recuerdos no conduce a la falta de espacio: a fin de cuentas, la memoria no conoce límites físicos («¡Es un santuario vasto y sin fronteras! ¿Quién ha tocado fondo en él?»).

Hooke no podía estar de acuerdo con estas «soluciones». Abordó con ímpetu las preguntas en torno a la cuantificación de los procesos mnemónicos. Según Hooke, la velocidad con que el alma forma las imágenes puede variar. Al-

[12] San Agustín, *Confesiones*, Madrid, 1994.

gunas personas son capaces de formar unas cuatro imágenes por segundo, otras conseguirán como mucho componer una imagen cada dos segundos. Partiendo de una velocidad media de una imagen por segundo, una persona que viva durante cien años habrá acumulado cerca de cien millones de imágenes en su almacén. El cálculo es el siguiente. Suponiendo que el alma desempeñe una actividad continua durante esos cien años, habrá almacenado más de tres mil millones de imágenes diferentes. Sin embargo, esta cifra ha de corregirse dado que la persona duerme (se resta una tercera parte). Del resto hay que quitar otras dos terceras partes debidas a «la infancia, la vejez y la enfermedad» y el aturdimiento general. Por consiguiente, quedan setecientos millones de imágenes. Sin embargo, según la estimación de Hooke sólo se almacena cuidadosamente una séptima parte y así se obtiene la cantidad de cien millones. Esto significaría asimismo que cada día (de esos cien años) se forman 2.738 imágenes, y Hooke considera que es excesivo. A continuación pasa a un cálculo más introspectivo: si calculamos cuántas imágenes hemos añadido a nuestro almacén privado en el último mes, llegaremos a unas 100 o 200 imágenes al día. Un hombre de cincuenta años que durante todos los días de su vida haya formado 100 imágenes, tendrá almacenadas en su memoria 1.826.200 imágenes.

Hooke no creía que las imágenes almacenadas plantearan un problema físico, ni siquiera la primera cifra de cien millones de imágenes. En una pequeña porción de materia es posible encontrar una cantidad innumerable de seres vivos diminutos, cada uno de ellos con su propia forma y movimiento. Hooke, como «microscopista», estaba acostumbrado a pensar en dimensiones pequeñas. Así, en el agua donde había puesto en remojo cebada había encontrado microorganismos que no eran ni la trigésima parte del ancho de un pelo. En una pulgada cúbica podrían caber más de ocho mil millones de estos organismos [13]. Por lo visto, la falta de espacio no es un problema en el cerebro humano.

El alma otorga un determinado movimiento y una forma física a cada imagen, «pequeñas imágenes» con el «sello o molde» del alma. Con el paso del tiempo, ambas características —que Hooke no dilucida más— pueden desvanecerse, debido a la decadencia natural. Dado que las imágenes son desplazadas cada vez más hacia fuera por nuevas imágenes («cada vez más amontonadas y apretujadas»), pueden cambiar de forma o incluso perderse por completo. Para explicar la posición y las acciones del alma, Hooke introduce la metáfora del microcosmos: «El alma forma para sí un microcosmos, o imagen del macrocosmos, en el cual irradia, y es consciente de todo lo que hay en él, igual que el sol en el macrocosmos». Gracias a los rayos que emite en todas direcciones, el alma sabe qué hay en la memoria.

[13] Gunther, *Early science*, p. 319. Hooke tomó como medida el grosor de su propio cabello: 1/640 de pulgada.

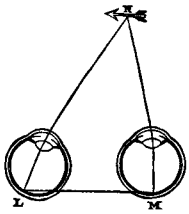
La representación del espíritu humano como un microcosmos del universo era popular en la tradición hermética que influyó a Hooke en su juventud, pero Hooke interpretó de una forma muy particular el principio «así es arriba, así es abajo» al introducir todo tipo de leyes ópticas y astronómicas como analogías de los procesos mnemónicos. De este modo, consideraba que la distancia de una imagen con respecto al alma era la medida del tiempo que ha transcurrido entre el momento en que se formó dicha imagen y el presente. «Olvidar» puede deberse —aparte de la decadencia— a que la radiación del alma sobre la imagen buscada es interrumpida por otras imágenes. Hooke lo comparaba con un eclipse de luna: cuando la tierra se interpone entre el sol y la luna, los rayos del sol no pueden alcanzar la luna. Por ello es posible perder en apariencia una imagen para volver a encontrarla tan pronto se haya eliminado el obstáculo. Las imágenes más cercanas reciben del alma una radiación más potente y en «una proporción duplicada a su distancia recíproca, muy afín a la de la luz», de ahí que el recuerdo se debilite a medida que el pasado está más alejado. Una excepción aparente de esta ley es que algunos sucesos impresionan muchísimo y son recordados, por mucho que haga que se ha formado la imagen. La explicación de Hooke es que las impresiones fuertes son recordadas más a menudo y se forman de nuevo una y otra vez, por lo cual permanecen siempre a corta distancia del centro.

Hooke también intentó encontrar un lugar para la «asociación». Si existe cierta correspondencia de forma y movimiento entre dos impresiones, estas tendrán lo que Hooke llamaba un *Sympathetick Agreement* (una concordancia simpática). Una impresión podrá evocar a la otra y reforzarla, del mismo modo en que una cuerda hace resonar otra cuerda afinada igual y las cuerdas amplifican juntas el mismo sonido. Asimismo puede suceder que una imagen recién formada se parezca a otras imágenes presentes en el almacén. Estas últimas llaman la atención del alma («de este modo excitan también la atención o radiación del alma») y son recordadas. Esto provoca la sensación a la que nos referimos diciendo que «esto me recuerda, o esto me trae a la memoria, etc.».

Sobre todo en los pasajes dedicados a la atención, Hooke recurre a metáforas que son un fiel reflejo de las ideas de la época sobre la naturaleza de la luz y la radiación. Estas ideas estaban inspiradas en la «Dioptrique» de Descartes [14]. En este tratado, Descartes imaginaba la luz como una presión que se movía instantáneamente en un medio transparente [15]. Descartes dilucidaba esta teoría con la analogía de un ciego que «ve» con su bastón: si el bastón toca un objeto, el ciego siente por la resistencia cuál es la forma del objeto. La luz es la presión que ejercen los objetos a través de un *plenum* transparente en los nervios ópticos.

[14] La «Dioptrique» es una de las partes del *Discours la méthode*, Leiden, 1637.

[15] R. S. Westfall, *The construction of modern science, mechanism and mechanics*, Cambridge, 1977, pp. 52 y s.



3.3 La explicación cartesiana de la percepción de la distancia. Para calcular la distancia, el alma utiliza el dato de que los ojos se acercan más entre sí a medida que el objeto se aproxima al observador. La distancia hasta la flecha N se deduce del ángulo de L y M.

3.4 En la analogía de Descartes de la percepción sobre la distancia aparece de nuevo el anciano ciego de la «Dioptrique», en esta ocasión con dos palos: gracias al tamaño de los ángulos f y g en la base del triángulo, el ciego «ve» a qué distancia se halla el objeto.

En su *Traité de l'homme*, un tratado póstumo publicado en 1664, Descartes ofreció una explicación parecida de la percepción de la distancia (véanse figuras 3.3 y 3.4) [16].

La *fysica* de Hooke se inspira en muchos aspectos en conceptos cartesianos como el del *plenum* [17]. Pero nunca antes se había señalado que Hooke también se sumó a la teoría óptica de Descartes cuando describió un proceso *psicológico* como la atención. En el microcosmos de Hooke, el alma adquiere conciencia del contenido de las imágenes almacenadas emitiendo, como el sol, rayos en todas direcciones: «Propagándose desde dentro en todas direcciones *in Orbem*, una radiación como el sol, por la cual, como con un bastón, deviene sensible a todas las ideas almacenadas aún intactas en el depósito, sintiendo por decirlo así su forma, su resistencia y sus reacciones a sus radiaciones».

No sólo la percepción de la forma —«como con un bastón»—, sino también la estimación de la distancia de las imágenes con respecto al alma —la edad de los recuerdos— siguen líneas cartesianas: Hooke explica con suma precisión cómo el alma puede averiguar a qué distancia se encuentra una imagen del cen-

[16] R. Descartes, *Traité de l'homme*, París, 1664.

[17] M. Hesse, «Hooke's vibration theory and the isonochry of springs», *Isis*, 57 (1966), 4, pp. 433-441 (434).

tro, a partir del ángulo que forman los rayos reflejados sobre la superficie del sol. Es decir, en el microcosmos de la memoria rigen sin más las leyes ópticas de Descartes: Hooke proyectó directamente una teoría física en su teoría de la memoria.

La teoría de la memoria de Hooke supone un anticipo interesante de la elaboración de teorías «moderna». Por ejemplo, la relación entre el número de recuerdos y la estimación de la duración, la clara diferenciación entre almacenar y reproducir, y el acento en el papel activo de la atención a la hora de formar recuerdos permanentes. Volvemos a encontrar la metáfora del almacén (*Storehouse*) en términos teóricos como «almacenamiento a largo plazo» (*long sterm store*), «período de almacenamiento» y «capacidad de almacenamiento». El material almacenado aún puede desaparecer por decadencia *(decay)* o porque otro material lo hace inaccesible *(interference)*, las dos hipótesis principales mencionadas por Hooke sobre el olvido. Además, para explicar el hecho de que las impresiones fuertes se recuerdan bien, a despecho del tiempo transcurrido, Hooke ofreció una explicación que es idéntica a la actual hipótesis de «amplificación de la impresión»: cada vez que recordamos el suceso en cuestión se renueva y amplifica la huella.

Quien esté tentado de hacer observaciones sarcásticas sobre los cálculos de Hooke en torno a las existencias en el almacén, tendría que informarse sobre el modo que actualmente se calcula el número de «bits» de información en el cerebro humano. Landauer, autor de un artículo sinóptico en este ámbito, maneja en esencia el mismo método que Hooke [18]. Ofrece una estimación lo más exacta posible del *ritmo* al que se añade material a la memoria y lo multiplica por la duración de la vida. Basándose en tareas mnemónicas después de pruebas de lectura, Landauer obtiene un «ritmo de entrada en la memoria a largo plazo» de 1,2 bits por segundo, mientras que Hooke había dado una estimación de una imagen por segundo. Para una persona de setenta años, esto equivale, según Landauer, quien al igual que Hooke resta un tercio para el sueño, a un total de 1.800 millones de bits. Si cambiamos al centenario de Hooke por una persona de setenta años, obtendremos una cifra que no se diferencia tanto: 1.400 millones. Las consideraciones de Landauer acerca del *loss rate* (tasa de pérdida) también evidencian una enorme similitud con las de Hooke. Landauer introduce un modelo en el que el olvido se atribuye a un acto de «escribir encima o enmascarar la información antigua con información nueva». Mientras Hooke evoca la imagen de un recinto en que todas las representaciones pre-

[18] T. K. Landauer, «How much do people remember? Some estimates of the quantity of learned information in long-term memory», *Cognitive science*, 10 (1986), pp. 477-493. Por supuesto, los «bits» de Landauer no corresponden con las «imágenes» de Hooke; aunque ambos términos tienen en común que hacen las veces de unidad para calcular la cantidad de información.

sentes quedan ocultas detrás de las imágenes nuevas (como en el caso de un eclipse de luna) o incluso llegan a perderse por completo, Landauer se inspira en los términos con que se describe el espacio en la memoria de los ordenadores. Hooke y Landauer formulan —en una jerga diferente— hipótesis idénticas sobre los mecanismos del olvido.

Only by similitude

Visto el público congregado aquel día de junio de 1682 para oírlo, la *Explication of Memory* de Hooke encerraba una doble provocación. En primer lugar, su teoría de la memoria revelaba una tendencia abiertamente materialista. En el acta se indica que lo dicho «parecía querer demostrar que el alma era mecánica» [19]. Si bien durante la conferencia Hooke aseguró a su audiencia que «no insinuaba tal cosa, o por lo menos no lo pretendía», por otra parte no podía sostener que su teoría seguía religiosamente las teorías espiritualistas vigentes sobre la memoria. Casi un cuarto de siglo después de esta conferencia, Richard Waller, el encargado de administrar los escritos póstumos de Hooke, aún creyó conveniente mencionar en un epílogo que esta exposición podía considerarse «demasiado mecánica» [20]. Por si acaso, Waller, que corría el peligro de perder su puesto de secretario de la Royal Society, añadió que no se sentía obligado a defender las opiniones de Hooke.

Una segunda cuestión que podía motivar disputas era la profusión de metáforas y analogías que se permitió Hooke en su *manner of discourse* (estilo discursivo). En su texto, Hooke se anticipó en cierto sentido a esta discusión, al argumentar de antemano por qué se había apartado del lenguaje sobrio y literal que tanto valoraba la Royal Society. Hooke apeló a dos consideraciones. La primera era que, en esencia, los procesos psicológicos no pueden describirse literalmente. La segunda era que las imágenes gráficas nos permiten escudriñar las relaciones entre los procesos hipotéticos. Cabe decir algo más sobre ambas consideraciones.

En el siglo XVII, el estatus filosófico del alma y la memoria estaba vinculado a la cuestión de la inmortalidad humana. Con ello se otorgaba un significado religioso a las consideraciones sobre el sustrato material de los recuerdos. Hooke escribió su consideración con el trasfondo del dualismo cartesiano y puso sumo cuidado en representar solamente la memoria, y no el alma, como una entidad material. Para Hooke, el alma era una sustancia inmaterial e inespacial.

[19] B. R. Singer, «Robert Hooke on memory, association and time perception», *Notes and records of the Royal Society*, 31 (1976), pp. 115-131 (117).
[20] Waller, *Works*, p. 148.

Los coetáneos de Hooke rechazaban la materialidad de la memoria situando los recuerdos *dentro* del alma. Así, el neoplatónico Henry More escribía, veinte años antes de la conferencia de Hooke, que era evidente que «la fuerza de la memoria no consiste en marcas o figuras en el cerebro, ni en una vibración o movimiento en él» y que «la memoria se halla por completo en el alma y que ella es el único almacén donde se guardan todas las percepciones que ha tenido» [21]. Hooke situaba la memoria, posiblemente como reacción a More, *fuera* del alma [22]. Ello le permitía describir los procesos mnemónicos en términos espaciales y físicos aplicables al mundo material.

Llegado a este punto, Hooke se encontró con un problema conceptual. Pues, ¿cómo se «sitúa» una entidad no espacial como el alma frente a una memoria espacial y material? Hooke no se pronunció sobre la posición exacta del alma cuando hizo la siguiente observación: «Supongo entonces que puede existir un sitio o punto en algún lugar del cerebro de un hombre donde el alma pueda tener su sede principal». Otras indicaciones de lugar están vinculadas una y otra vez a metáforas: en el punto de distribución del almacén, al principio de la cadena de imágenes, en el centro del microcosmos. Al final de su exposición, escribiendo sobre la relación entre alma y memoria, Hooke señala: «Considero que no es posible comprenderlo o describirlo por completo, sino sólo por analogía *[but only by similitude]*». La relación entre alma y memoria sólo puede describirse y explicarse en términos comparativos, en lenguaje figurado. Las metáforas son lisa y llanamente una necesidad.

Sin embargo, Hooke se las ingenió para hacer de esta necesidad una virtud. Para apreciar los detalles de su artificio es preciso hacer una breve digresión sobre la tradición mecánica tal como había adquirido forma en los círculos en torno a Boyle y la Royal Society. Siguiendo el ejemplo de Boyle se establecía una distinción lo más estricta posible entre hechos y teorías. El discurso *fáctico* contenía afirmaciones sobre *matters of fact*: fenómenos observables, que podían haberse obtenido experimentalmente. El discurso *teórico* contenía las hipótesis sobre la explicación de las *matters of fact*. El estatus epistemológico de los términos del discurso teórico era poco claro [23]. Comúnmente se hablaba, sin precisarlo más, de *notions* (nociones). Así, en su investigación con la bomba de aire, Boyle introdujo el término *spring of the air* (resorte del aire) para explicar la elasticidad del aire, una característica que se manifestaba al observar que la presión que ejerce el aire aumenta a medida que disminuye el volumen que ocupa el aire. Este «resorte» se explicaba a su vez por la hipótesis de que el aire se compone de partículas con estructura de resorte. La compresión de estos pequeños

[21] H. More, *The inmortality of the soul*, Londres, 1662, p. 16.
[22] Singer, «Robert Hooke», p. 127.
[23] Shaping, y Schaffer, *Leviathan*, p. 50.

«resortes» explicaría la elasticidad del conjunto, del mismo modo en que una paca de lana puede comprimirse gracias a la elasticidad de las fibras que la componen. Boyle no se pronunciaba acerca de cómo explicar la elasticidad de las partículas, y lo hacía a propósito: desde su punto de vista, las *notions* habían de vincularse de la forma más directa y gráfica con las *matters of fact*. Una explicación tan plástica como «*spring of the air*» cumplía las exigencias, no así una explicación hipotética de los mecanismos causales del «resorte». En este contexto, Boyle recurría a la metáfora —tomada de Descartes— del reloj: lo que observamos en la naturaleza son los movimientos exteriores de las agujas, los mecanismos que rigen estos movimientos están ocultos en la caja, y dado que un relojero experto sería capaz de fabricar dos relojes exteriormente idénticos, pero sin ningún mecanismo en común en las partes móviles, a la hora de describir dichos mecanismos sólo podemos conjeturar [24].

En sus ensayos, Hooke se ciñó al máximo a estas ideas sobre investigación y elaboración de teorías. En un artículo que data (probablemente) de 1666, Hooke precisa cómo cabe vincular los mecanismos hipotéticos con las *matters of fact* [25]. Un buen experimentador, escribe Hooke, ha de disponer de algunas hipótesis provisionales antes de la prueba, sólo entonces logrará que el resultado experimental sea realmente informativo. A fin de conseguir un repertorio de hipótesis suficientemente amplio, el experimentador debería comparar la naturaleza con el mayor número de «maneras mecánicas e inteligibles con que está equipada la mente para funcionar» [26].

Volviendo a la disertación sobre la memoria, llama la atención que Hooke busca, también en este caso, una conexión con los criterios aplicados a la investigación física. La idea de que las explicaciones hipotéticas de los procesos mnemónicos son *notions* que sólo pueden ser comprendidas a través de analogías mecánicas y gráficas, y el consejo de utilizar comparaciones en la elaboración de teorías, con «las maneras mecánicas e inteligibles para funcionar» vuelve a aparecer en la introducción de *Explication of Memory*, en un enunciado casi idéntico: «Pero dado que nada se comprende tan bien como cuando está representado de una forma perceptible, y para que mi noción fuera más clara, quisiera traducirla en una imagen mecánica y perceptible, y a partir de allí mostrar cómo creo que se realizan todas las acciones y operaciones del alma como aprender, recordar y razonar».

Por consiguiente, las metáforas, las analogías y las imágenes gráficas, como indicaba Hooke, no sólo son necesarias para comprender los procesos mnemó-

[24] Véase sobre el reloj como metáfora mecanicista, D. Draaisma, *Het verborgen raderwerk. Over tijd, machines en bewustzijn*, Baarn, 1990, pp. 42-47.
[25] M. Hesse, «Hooke's philosophical algebra», *Isis*, 57 (1966), 1, pp. 67-83.
[26] Hesse, «Hooke's algebra», p. 69.

nicos, sino que también pueden desempeñar el mismo papel que en la investigación física: tienen un valor heurístico. Las imágenes gráficas —«asociación igual a resonancia», «atención igual a radiación», «olvido igual a eclipse», «memoria visual igual a fosforescencia»— permiten que la imaginación se forme una idea de lo que de otro modo seguirían siendo nociones vagas. Ahí está el artificio: utilizando la exigencia según la cual había que utilizar un lenguaje gráfico, Hooke —con lo que casi podría calificarse de victoria dialéctica sobre sus propias premisas— incluyó en su discurso teórico las mismas metáforas y analogías que tanto recelo causaban en la Royal Society.

Pero Hooke fue aún más lejos. Afirmaba haber introducido la memoria en el ámbito de la «geometría y la medición»; es decir, usando el lenguaje moderno, habría cuantificado los procesos mnemónicos. Bien mirado, Hooke volvió a valerse de un artificio: introdujo subrepticiamente la medida y el número junto con las metáforas. La «cuantificación» es posible gracias a las descripciones figuradas. Al comparar el orden de las imágenes con una cadena cada vez más larga, Hooke podía tomar la distancia entre una imagen dada y el inicio de la cadena como una medida de la duración. Al situar los recuerdos en un seudosistema solar, Hooke podía formular la «ley» de la relación entre la fuerza de un recuerdo y la distancia que lo separa del centro. Ambas cuantificaciones sólo tienen significado dentro de un espacio puramente imaginario. Los procesos mentales pueden ordenarse haciendo *como si* fueran espaciales. Las metáforas eran para Hooke los instrumentos para crear espacio en una memoria que, de lo contrario, permanecería cerrada a la imaginación.

La teoría de la memoria de Hooke ha sido olvidada por los historiadores de la psicología. Por lo general se considera que la psicología mecanicista empieza con Hartley o Lamettrie, autores que formularon sus teorías a mediados del siglo XVIII. La *Explication of Memory* demuestra que la psicología mecanicista existía desde hacía más de medio siglo. La obra de Hooke es un temprano ejemplo de un estilo de elaboración de teorías que, en el transcurso de los siglos, ha ido vinculándose a las técnicas que iban apareciendo. En su teoría de la memoria se esboza el modelo de una psicología en la que las técnicas a la sazón más avanzadas para almacenar y reproducir imágenes proporcionan las metáforas para describir procesos hipotéticos en la memoria.

Para la historia de la ciencia, la teoría de la memoria de Hooke es interesante porque refleja su entorno social y científico. La metáfora del microcosmos y la «ley» de la fuerza de un recuerdo son fruto de sus investigaciones en astronomía y óptica. El cálculo de la cantidad de imágenes en la memoria está estrechamente vinculado a su investigación microscópica. Los pasajes sobre la memoria visual reflejan el resplandor de las pruebas con la fosforescencia. Del mismo modo, si ampliamos el círculo podremos vislumbrar el entorno intelectual de

Hooke en su teoría de la memoria. En las explícitas justificaciones del uso del lenguaje figurado resuena el eco del recelo frente a las metáforas que reinaba en los círculos de la Royal Society. En las visualizaciones y «cuantificaciones» de los procesos mnemónicos se reconocen las exigencias casi estatutarias de esa misma sociedad, según las cuales había que representar gráficamente las teorías e hipótesis y formularlas en un lenguaje lo más matemático posible. Incluso el trasfondo religioso y metafísico de Hooke —era un hombre creyente y creía que el alma era inmaterial— queda reflejado en su hipótesis sobre la relación entre alma y memoria.

En la *Explication of Memory* se conserva el universo personal de un científico naturalista, que trabajaba en un ambiente mecanicista y que se sentía inclinado por la cuantificación y la graficidad. Intrigado por el funcionamiento de la memoria humana, con la cabeza llena de física, Hooke diseñó en su teoría de la memoria un microcosmos de aquello que lo movía y lo motivaba.

CAPÍTULO 4

UN INMENSO LABERINTO

> Y ahora hay que descender a gatas, el agujero negro es tan oscuro, y Dios sabrá cuán larga es la escalera. Pero uno no tarda en darse cuenta de que no se trata de una sola escalera que desciende hacia la negra eternidad, sino de varias escaleras de quince o veinte peldaños cada una, que descansan sobre un pequeño rellano en el que se puede estar de pie y donde hay un nuevo agujero con otra escalera que baja.
>
> Heinrich Heine (después de descender por la Karolina, una mina en los montes Harz) [1].

En un momento dado, escribe Jean Clair, en un ensayo sobre la psicología del siglo XIX, el alma dejó de pertenecer a Dios [2]. Después de este cambio, el alma dejó de ser el dominio exclusivo de sacerdotes y pastores de la Iglesia, y todo el mundo tenía algo que decir acerca de ella: artistas y médicos, escritores y charlatanes, eruditos y espiritistas, neurólogos y frenólogos, psiquiatras y videntes. Cada uno de estos voceros, cabría añadir a la observación de Clair, tenía su propio concepto del alma. La silenciosa secularización del pensamiento sobre el espíritu humano dio lugar a las más diversas interpretaciones, cada una con sus propias expresiones, imágenes y analogías.

Esta diversidad también puede apreciarse en la iconografía de la memoria. En el siglo XIX, la memoria fue representada en forma de casilla en los mapas craneales de los frenólogos, de paisaje o laberinto en la obra de los escritores románticos, de pozo de mina en los ensayos sobre el inconsciente, de mar profundo en los poemas, de proceso neurológico en los manuales de los anatomistas

[1] H. Heine, *Die Harzreise und andere Reisebilder*, Berlín, 1915, pp. 25-26. Heine realizó su excursión a pie por los montes Harz en septiembre de 1824.

[2] J. Clair, «Beilhieb im Kopf», J. Clair, C. Pichler, y W. Pichler (red.), *Wunderblock. Eine Geschichte der modernen Seele*, Viena, 1989.

del cerebro, de placa sensible de una cámara fotográfica en las teorías sobre la memoria visual. Si pasamos revista al siglo XIX parece como si la memoria experimentara una metamorfosis cada diez o veinte años.

En los manuales se fija invariablemente la fecha del comienzo de la psicología de la memoria en el año 1885, cuando Hermann Ebbinghaus publicó su monografía *Über das Gedächtnis*[3]. En ella, Ebbinghaus presentó los resultados de una larga serie de ensayos, convirtiéndose así en el creador del estudio experimental de la memoria. Su trabajo inspiró a posteriores científicos a diseñar procedimientos experimentales cada vez más precisos, a construir aparatos para la presentación normalizada de los estímulos y a desarrollar esquemas cuantificados para procesar los resultados. Este cambio determinó la fisonomía de la psicología de la memoria del siglo XX: una disciplina que se practicaba en los laboratorios universitarios, con un enfoque científico que hasta el día de hoy puede encontrarse en la investigación científica.

Si bien esta orientación experimental cuantitativa significaba un cambio relativamente reciente a la luz de la larga historia que tenía a sus espaldas el estudio de la memoria, el predominio que conquistó después de 1885 tuvo el poco afortunado efecto de que las anteriores contribuciones, de científicos que no utilizaban el experimento como instrumento preferido, desaparecieran del campo visual de la historia de esta disciplina. Los manuales tildaban lo que precedía a la investigación experimental de la memoria en el mejor de los casos de «precientífico», pero más a menudo de irrelevante. Quien se sume a esta visión y se niegue a abandonar los criterios contemporáneos sobre lo que es considerado «científico», pasará por alto gran parte de la elaboración de teorías decimonónica sobre la memoria, y con ello una rica colección de ideas interesantes.

Con el mismo derecho cabe fechar en 1839 y 1877 sendos cambios revolucionarios en el pensamiento sobre el recuerdo y el olvido. En estos años se descubrieron las dos memorias artificiales más importantes desde la escritura. A partir de 1839, la *fotografía* se fue desarrollando en una febril serie de nuevas técnicas hasta convertirse en un impresionante método de almacenamiento y reproducción de la información óptica; en 1877, Edison presentó con su fonógrafo un instrumento que hacía para el oído lo que la fotografía había hecho para el ojo. De este modo, en un lapso de apenas cuarenta años, la técnica equipó nuestros dos «telesentidos» de memorias externas, primero algo torpes, con imágenes y sonidos que se borraban rápidamente, pero poco después tan convincentes que la fotografía y la fonografía se convirtieron en medios eficaces para registrar y reproducir la información, memorias artificiales con una capacidad que parecía tan inmensa como la del hombre. Por ahora, nuestros demás

[3] H. Ebbinghaus, *Über das Gedächtnis*, Leipzig, 1885.

sentidos han de apañárselas sin memorias artificiales: lo que palpamos, olemos y gustamos sólo podemos guardarlo en la intimidad de nuestra memoria.

Del mismo modo que los médicos introdujeron la cámara oscura en sus tratados de anatomía como analogía del ojo, la fotografía —en esencia un método para conservar las imágenes en una cámara oscura— se fue convirtiendo en una metáfora de la memoria. En los primeros artículos sobre la fotografía, la placa sensible se calificaba de «espejo con memoria». Esta metáfora daría pronto un giro de 180 grados: el cerebro se presentó como el equivalente neuronal de la placa fotosensible, un medio orgánico que conserva y reproduce una huella latente de estímulos luminosos [4]. Lo mismo sucedió con el fonógrafo. El modo en que esta máquina registraba los sonidos, los almacenaba en un medio silencioso y los hacía de nuevo audibles, fue para psicólogos y neurólogos una fuente de inspiración para elaborar teorías sobre la memoria acústica. En estas teorías se comparaba al cerebro con la lámina de estaño —más tarde el rodillo de cera— sobre la cual el fonógrafo trazaba un surco de estímulos acústicos.

En lo que respecta a la interpretación de la memoria como un mecanismo para almacenar y reproducir información, que, a su vez, era investigada con medios mecánicos, las ideas decimonónicas parecen la prolongación de las teorías de la memoria que formularon Descartes y Hooke en el siglo XVII, como si en la historia se desplegara una idea mecanicista, sin interrupción ni estancamiento. Esta impresión es engañosa, pues aprisionado entre estos dos episodios mecanicistas se encuentra el romanticismo, una reacción breve, pero intensa a una ciencia que modelaba la realidad de acuerdo con la estructura determinista de una máquina. Para los autores románticos, las metáforas mecánicas de la memoria eran una ofensa. Una capacidad tan refinada como la memoria, la ciudadela de nuestro espíritu, sede de nuestro pensamiento, sentimiento y conocimiento, sólo podía describirse con metáforas orgánicas. El lenguaje metafórico de los románticos recurre a la naturaleza, al crecimiento y al cambio como fuente de inspiración; las metáforas mecánicas figuran en sus textos sólo a modo de contraste.

La contraposición entre las metáforas mecanicistas y románticas de la memoria es sólo uno de los muchos contrastes que se manifiestan en la psicología del siglo XIX. La historia de la memoria nos conduce a los cuadros de Caspar David Friedrich y las mesas de operación de los neurocirujanos, a las concurridas consultas de los frenólogos y las demostraciones del fonógrafo, al resplandor plateado de los primeros daguerrotipos y al tictac de los *Gedächtnisapparate* de los laboratorios de psicología: en definitiva, un periplo tan confuso, pero sin duda tan vivo, como el propio siglo XIX.

[4] Tanto la cámara oscura, como la fotografía y la cinematografía se han relacionado con la memoria. Este paralelismo abarca todo el siglo XIX y es el tema del próximo capítulo.

El ocaso del mecanicismo

El universo cartesiano era una máquina, un autómata cuyos engranajes se propulsaban mutuamente, diente a diente, según las leyes de la presión y el empuje. Las estrellas, los planetas y las lunas giraban como un engranaje luminoso en el cielo, en órbitas que podían calcularse y describirse con las mismas leyes que determinaban los movimientos de un reloj. Descartes había afirmado que estos principios mecanicistas eran válidos para todo lo que se hallara fuera del intelecto pensante del ser humano, no sólo para la naturaleza muerta, como las rocas y los objetos, sino también para la naturaleza orgánica. Descartes recurría a la metáfora del reloj incluso para describir cómo una semilla se transformaba en un árbol: «Para un reloj que está compuesto de todo tipo de engranajes, no es menos natural indicar el tiempo que para un árbol crecer a partir de una semilla y dar los frutos que le corresponden» [5].

En la historia de la filosofía, el nombre de Descartes está vinculado a la doctrina de la *bête machine*, en la que los animales son meros autómatas [6]. Los movimientos de los animales no eran más que los efectos observables de procesos puramente físicos en la maquinaria. También la memoria se incluía en esta mecanización del alma animal. Lo que desde fuera parecía la actividad de una memoria, era en realidad una cuestión de mecánica. Descartes rechazó la objeción de Cavendish, conde de Newcastle y uno de sus corresponsales, de que las golondrinas que en primavera regresan al lugar donde anidaron el año anterior, por lo visto han recordado ese lugar y por consiguiente disponen de memoria. El comportamiento de las golondrinas estaba totalmente determinado por el diseño y el ajuste. A fin de cuentas, tampoco decimos que una campana «recuerda» cuándo tiene que tocar. Los pájaros son autómatas con un ajuste muy preciso: «No cabe duda de que al regresar cada primavera, las golondrinas se comportan como relojes» [7].

Al reducir la memoria de los animales a una maquinaria y la memoria de los humanos a un instrumento cuyo funcionamiento venía determinado por los procesos físicos que tenían lugar en el cerebro —recuérdese la teoría de la memoria de Hooke—, la mecanización de la memoria había avanzado todo lo que le permitían las ideas cristianas sobre el alma como una sustancia inmaterial, afín a Dios. El último paso, el alma como máquina, se daría tan sólo en el siglo posterior a Descartes y Hooke.

En 1747, el médico y librepensador francés Julien de Lamettrie encargó a un impresor de Leiden que imprimiera un panfleto que llevaba por título

[5] R. Descartes, *Principes de la philosophie, Oeuvres philosophiques*, París, 1973, parte III, p. 520.
[6] Sobre la *bête machine* véase L. Cohen Rosenfield, *From beast-machine to man-machine*, Nueva York, 1940. Sobre la *bête machine* como episodio en el debate sobre la mecanización de los procesos psicológicos: D. Draaisma, *Het verborgen raderwerk. Over tijd, machines en bewustzijn*, Baarn, 1990.
[7] R. Descartes, carta del 23 de noviembre de 1646, *Oeuvres philosophiques*, París, 1973, parte III, p. 695.

L'homme machine [8]. El panfleto se publicó anónimamente. Y no sin razón: el materialismo puro que se defendía en él con gran ostentación polémica, estigmatizó al autor como un «ateo». Cuando se demostró que el autor era Lamettrie, este tuvo que huir y cambiar la República por una estancia en la corte de Federico el Grande, quien se complació en ofrecer asilo a la «víctima de necios y teólogos». A su elogio, escrito tras la muerte de Lamettrie en 1751, debemos lo poco que sabemos de este médico filósofo.

Lamettrie había estudiado la medicina mecanicista de Boerhaave en Leiden, y antes sus experiencias personales le habían llevado al convencimiento de que los cartesianos, que habían presupuesto dos sustancias diferentes en el ser humano («como si las hubieran podido ver y contar»), habían contado una de más [9]. Durante una campaña al servicio del ejército francés, Lamettrie había contraído una enfermedad acompañada de fiebres altas. La observación de sus percepciones reforzó su convencimiento materialista. En la elegante prosa barroca de Federico el Grande:

> Para un filósofo, la enfermedad es una educación en la fisiología; [Lamettrie] creía poder percibir claramente que pensar es tan sólo una consecuencia de la organización de la máquina y que el hecho de que los resortes se embrollen tiene mucha influencia en esa parte de nuestro interior que los metafísicos denominan alma. Lleno de tales ideas, durante su recuperación introdujo audazmente la antorcha de la experiencia en la noche de la metafísica; con ayuda de la anatomía intentó explicar el fino tejido de la mente, pero sólo encontró mecanismo allí donde otros habían imaginado una esencia superior a la materia [10].

Y «mecanismo» significa para Lamettrie, al igual que un siglo antes para Descartes, engranaje. El ser humano es una «máquina que da cuerda a su propio resorte, el vivo ejemplo de un *perpetuum mobile*» [11]. Este autómata se diferencia sólo por su complejidad de los animales mecánicos de Descartes: «Comparado con los monos, los animales más inteligentes, es lo que el reloj planetario de Huygens es en comparación con el reloj de Julien Leroy» [12]. Según esta teoría, la memoria humana era un aparato con un funcionamiento puramente mecánico, con resortes y engranajes ajustados para realizar el movimiento adecuado en el momento oportuno.

[8] J. O. de Lamettrie, *L'homme machine*, Leiden, 1747; en holandés, con introducción del traductor Hans Bakx: *De mens een machine*, Amsterdam/Meppel, 1978.

[9] El mecanicismo es en primer lugar una posición metodológica y no implica materialismo (ni Descartes ni Boerhaave eran materialistas), pero viceversa sí.

[10] El elogio, leído por la Academia de Ciencias de Berlín, se incluyó en la traducción inglesa de *L'homme machine* de G. C. Bussey: *Man a machine*, Chicago, 1912.

[11] Lamettrie, *De mens een machine*, p. 34.

[12] Ibídem, p. 87.

Lamettrie supuso tanto la culminación como el cierre de este episodio mecanicista. Nadie antes que él se había atrevido a someter el espíritu humano al régimen del mecanicismo; después de él, el mecanicismo fue desprestigiándose, y la interpretación de los organismos vivos como una colección de engranajes fue considerada absurda. A finales del siglo XVIII, la situación había cambiado. En los tratados de filosofía, las metáforas de los relojes habían ido perdiendo gradualmente popularidad hasta desaparecer por completo. En la nueva orientación filosófica, las analogías mecanicistas parecían desentonar, del mismo modo que los relojes de hierro forjado de la época de Descartes parecían toscos y torpes frente a los elegantes relojes de bolsillo de plata de finales del siglo XVIII. Es posible que el naturalista y escritor francés Saint-Pierre se refiriera al árbol de engranajes cartesiano cuando, en 1784, escribió:

> Se dice que una planta es un mecanismo. Pero intentad hacer un cuerpo que sea tan delgado, tan fino, tan vulnerable como una hoja que resiste durante años el viento y la lluvia, el frío helado y la intensa luz del sol. Es un aliento vital, que no puede captarse en dimensiones, el que domina a estas plantas, el que las mantiene vivas y las cultiva; el que alivia sus lesiones, y cubre sus heridas con una nueva corteza [13].

El contraste no podía ser más marcado. El romanticismo contrapuso el «aliento vital», el principio vital en la naturaleza orgánica, al engranaje del mecanicismo.

El romanticismo: los paisajes de la memoria

En la historia de la ciencia, el romanticismo tiene el dulce y apacible sonido de un nocturno. El romanticismo, que siguió a la ilustración y precedió al renacimiento mecanicista de la segunda mitad del siglo XIX, fue un *intermezzo* inesperado en la confianza en la técnica y las ciencias naturales clásicas. Durante cerca de medio siglo, entre 1790 y 1840 —a decir verdad, un episodio con límites difusos—, la realidad pareció perder su transparencia y el arte, la ciencia y la filosofía pasaron al lado oscuro de la naturaleza, del hombre y del alma. El romanticismo tenía todos los rasgos de un contramovimiento. Trance y sueño frente a pensamiento claro, visión frente a lógica, armonía y unidad frente a análisis, intuición frente a reflexión, subconsciente frente a conciencia despierta: el romanticismo proporcionaba el negativo (la metáfora es un anacronismo) de la orientación predominante en la ciencia anterior y posterior. Las vistas noctur-

[13] H. B. de Saint-Pierre, *Études de la nature*, París, 1784; citado en la traducción de S. Bem, *Het bewustzijn te lijf*, Amsterdam/Meppel, 1985, p. 127.

nas de Caspar David Friedrich eran iconos de este cambio, al igual que lo eran los cuentos de E. T. A. Hoffmann en la literatura.

En la ciencia y la filosofía empezó a adquirir forma la idea de la realidad como un todo indivisible y orgánico en la *filosofía de la naturaleza* alemana [14]. El principio mecanicista de presión y empuje cedió el paso a la mucho más misteriosa fuerza de atracción entre los polos de los imanes. En *Ansichten von der Nachtseite der Naturwissenchaft*, publicado en 1808, el médico Schubert definía el magnetismo como la fuerza oculta que penetraba tanto el mundo orgánico como el inorgánico y que vinculaba así al hombre con el cosmos [15]. El magnetismo fue adquiriendo poco a poco un significado psíquico, primero como una polaridad o carga que lo penetraba todo, y por último como una inspiración. Una vez en trance magnético, una conciencia que se expandiera podría hacer milagros: leer con los ojos cerrados, «contemplar» los órganos internos, curar los ataques de nervios. Incluidas en un cosmos que ya no era una máquina, las analogías mecánicas parecían inadecuadas para el alma humana. En 1795, Coleridge describía el alma como un arpa eólica orgánica; las almas humanas individuales son «arpas orgánicas de hechuras diferentes» escribía, «que tiemblan hacia pensamiento» cuando el viento de la experiencia las tañe [16]. Es decir, el alma es un elemento de la naturaleza, tocado por la naturaleza.

El hombre que más derecho tiene a figurar como portavoz de las ideas románticas sobre la memoria, Carl Gustav Carus (1789-1869), era un inspirado paisajista. Junto con su amigo Caspar David Friedrich es un destacado representante del paisajismo romántico alemán (véase figura 4.1). En 1819, ambos pasaron algunas semanas pintando en la isla de Rügen, en el mar Báltico. Ambos tenían ideas perfectamente paralelas sobre la relación entre paisaje, pintor y observador, y Carus formuló estas ideas en nueve contemplaciones en forma de carta [17]. A diferencia de Friedrich, la pintura no era la actividad principal de Carus. Este había estudiado física, filosofía y medicina, y después de especializarse en obstetricia, obtuvo una cátedra de esta materia en la Universidad de Dresde. Carus es conocido en la psicología por haber descubierto —antes que Freud— el inconsciente [18].

Los libros, cuadros y cartas de Carus forman un microcosmos de ideas que circulaban entre eruditos y pintores del romanticismo. Su obra encarna la idea

[14] S. Poggi, y M. Bossi (eds.), *Romanticism in science, Science in Europe, 1790-1840*, Dordrecht, 1994.
[15] G. H. Schubert, *Ansichten von der Nachtseite der Naturwissenschaft*, Dresde, 1808.
[16] Citado en M. H. Abrams, *The mirror and the lamp. Romantic theory and the critical tradition*, Oxford, 1953, p. 61.
[17] C. G. Carus, *Neun Briefe über Landschaftsmalerei*, 1830, ed. Villingen, 1990.
[18] H. F. Ellenberger, *The discovery of the unconscious*, Nueva York, 1970, pp. 207-208; G. H. E. Russelman, *Van James Watt tot Sigmund Freud. De opkomst van het stuwmodel van de zelfexpressie*, Deventer, 1983, pp. 61-65.

4.1 Carus compartía con Caspar David Friedrich una predilección por temas relacionados con la muerte, la decadencia y el abandono. Su cuadro de un cementerio cubierto por la nieve junto a las ruinas de la iglesia del convento de Oybin compendia estos temas románticos y evoca en la memoria las «mortajas de la noche invernal» a las que se refería en sus «cartas paisajísticas». El lienzo se exhibe en el Museo de Artes Plásticas de Leipzig.

de una unidad orgánica; los textos de Carus sobre el paisaje tratan del alma, y, a la inversa, sus clases sobre psicología tomaban sus enunciados del paisajismo. Nada estaba más alejado de las ideas románticas acerca de la naturaleza, el organismo o el alma que la idea de un reloj que pudiera desmontarse o en el que se pudieran cambiar piezas a discreción. Las metáforas y analogías románticas hacían referencia a procesos naturales, a lo que crecía y fluía, sin eslabón ni interrupción. Incluso si la ciencia ha analizado una planta fibra por fibra, célula por célula, escribía Carus en su primera «carta paisajística», este conocimiento no será suficiente para hacer una sola hoja [19].

[19] Carus, *Briefe*, p. 15.

4.1 Carus compartía con Caspar David Friedrich una predilección por temas relacionados con la muerte, la decadencia y el abandono. Su cuadro de un cementerio cubierto por la nieve junto a las ruinas de la iglesia del convento de Oybin compendia estos temas románticos y evoca en la memoria las «mortajas de la noche invernal» a las que se refería en sus «cartas paisajísticas». El lienzo se exhibe en el Museo de Artes Plásticas de Leipzig.

de una unidad orgánica; los textos de Carus sobre el paisaje tratan del alma, y, a la inversa, sus clases sobre psicología tomaban sus enunciados del paisajismo. Nada estaba más alejado de las ideas románticas acerca de la naturaleza, el organismo o el alma que la idea de un reloj que pudiera desmontarse o en el que se pudieran cambiar piezas a discreción. Las metáforas y analogías románticas hacían referencia a procesos naturales, a lo que crecía y fluía, sin eslabón ni interrupción. Incluso si la ciencia ha analizado una planta fibra por fibra, célula por célula, escribía Carus en su primera «carta paisajística», este conocimiento no será suficiente para hacer una sola hoja [19].

[19] Carus, *Briefe*, p. 15.

En sus trabajos de psicología, Carus recurrió al lenguaje metafórico de la naturaleza y el paisaje. La tercera «carta paisajística» trata de la correspondencia entre los sucesos en la naturaleza y lo que acontece en el alma. En la naturaleza todo se desarrolla según las cuatro fases de crecimiento, conclusión, decadencia y destrucción, ya se trate del ciclo de una planta, de la aparición y alejamiento de una tormenta o del cambio de las estaciones del año. Quien contempla su propia alma, descubre en el desarrollo de sus ideas las mismas cuatro fases: primero un crecimiento inicial, después el descanso de la idea completa, seguido de la fase en que la idea empieza a desdibujarse, hasta desaparecer por completo. Debido a esta correspondencia entre las fases, los procesos de la naturaleza hacen resonar cuerdas en el alma humana. Al contemplar un paisaje, la naturaleza y el fuero interno se funden en uno. La clara luz del amanecer en un día de primavera reconforta, el firmamento azul y el follaje estival de un árbol aportan paz y claridad interior, el descoloramiento y entumecimiento otoñal inspiran la melancolía y las «mortajas de la noche invernal» hacen marchitar los sentimientos[20].

Desde el punto de vista de Carus, nadie podía pintar con más virtuosismo el paisaje de su alma que Caspar David Friedrich. El espectador podía apreciar su melancolía en las lápidas y la luz crepuscular, su desesperación en las ruinas de una abadía, su soledad en la desolación de una llanura ártica[21]. La observación de Carus nos da una indicación de dos mecanismos psíquicos que más tarde Freud llamaría identificación y proyección. Friedrich sólo podía pintar después de haber logrado que el mundo exterior e interior estuvieran en armonía: «He de unirme con lo que me rodea, ser uno con mis nubes y rocas para ser lo que soy» [22]. Esta identificación también era sentida por el observador. Friedrich daba rienda suelta a sus pasiones y sueños en el paisaje, hasta que lo exterior y lo interior se habían convertido en reflejos mutuos. Convertía el paisaje en la metáfora de su propia alma: un bosque, el límite soleado, dos pasos más allá una oscuridad impenetrable, rocas y barrancos, océanos inmensos, nieblas, nubes tormentosas, torrentes de lluvia. Según von Kleist, el cuadro de Friedrich *Der Mönch am Meer* (El monje junto al mar) hacía que las personas lo contemplaran «como si les hubieran cortado los párpados» [23]. No es de extrañar: veían pintada su introspección. De la pared colgaba su propia alma, con marco y todo.

En el invierno de 1829-1830, Carus dio en Dresde una serie de conferencias sobre psicología [24]. La octava conferencia estaba dedicada a la memoria. Las

[20] Ibídem, pp. 27-28.
[21] C. Sommerhage, *Deutsche Romantik. Literatur und Malerei, 1796-1830*, Colonia, 1988, p. 84.
[22] Citado en E. von Schlebrügge, «Zur Topographie der romantischen Seele», J. Clair, y otros (red.), *Wunderblock*, Viena, 1989, p. 119.
[23] Von Schlebrügge, «Topographie», p. 119.
[24] C. G. Carus, *Vorlesungen über Psychologie*, ed. Darmstadt, 1958.

imágenes sensoriales, explicó Carus, son proyectadas en nuestra mente como rayos de luz en un espejo. La memoria se encuentra como un imán vivo detrás de esta superficie siempre cambiante y las retiene [25]. Para la proyección de las experiencias pasajeras en la memoria, Carus recurrió a la imagen de las nubes que pasan rápidamente y que se reflejan en el agua apacible y clara rodeada de rocas [26]. Quien tenga claridad de espíritu, reflejará con mayor nitidez estas imágenes: la claridad de un Lichtenberg ofrece un reflejo más puro que el agua turbia «de un fueguino o un idiota» [27]. Asimismo, la fuerza de la memoria dependerá de la claridad con que el estímulo se refleje en el alma, del mismo modo en que, en los espejismos, los edificios blancos y los barcos de vela se dibujan con mayor nitidez que los colores apagados y las formas vagas [28].

La conciencia está por encima de la memoria, igual que el sol está por encima del paisaje («no podemos formular mejor comparación») [29]. Cuanto más intensa sea la luz del sol, mayor será la superficie que pueda abarcarse con la vista. Eliminando la oscuridad y la sombra, nuestra conciencia puede contemplar las imágenes de nuestra memoria y unirlas para formar nuevas combinaciones. Al igual que en la metáfora del espejo, hay grandes diferencias individuales: el sol resplandeciente que arde en las almas de Gauss o Kepler deja ver representaciones aritméticas que son infinitamente más refinadas que lo que se atisba en el alma de un «salvaje norteamericano», para quien todo lo que sea más que tres se disuelve en un indefinido «mucho» [30].

Para Carus, la esencia del alma es el pensamiento; el pensamiento es la respiración, el pulso de nuestra vida espiritual, siendo la actividad suprema la reflexión, el pensar sobre el pensar. Esta actividad mental, en la cual el pensamiento es tema e instrumento a la vez, es como examinar los escarabajos luminosos de Brasil con ayuda de la luz que desprenden [31]. Pero la conciencia también conoce, como al dormirse, un continuo oscurecimiento. En esta penumbra aparecen en nuestra memoria imágenes que se deslizan por nuestra alma «como las hojas de otoño en un arroyo» [32]. Tanto de día como de noche, los procesos en nuestra memoria muestran cambio y movimiento, y así apenas se puede hablar de verdaderas leyes mnemónicas. La vieja metáfora de Platón de que la experiencia se conserva en el alma como una impresión en una tablilla de cera, es para Carus

[25] Si Carus hubiese dado estas conferencias diez años más tarde, habría reemplazado sin duda la analogía algo retorcida del imán que retiene las imágenes por una metáfora de la fotografía.
[26] Carus, *Vorlesungen*, p. 155.
[27] G. C. Lichtenberg (1742-1799) —famoso por sus aforismos— era considerado una de las mentes más agudas de su época.
[28] Ibídem, p. 163.
[29] Ibídem, p. 158.
[30] Ibídem, p. 159.
[31] Ibídem, p. 160.
[32] Ibídem, p. 160.

una idea absurda [33]. Lo que sucede en el «inmenso laberinto» de nuestra memoria no se rige por simples regularidades y se asemeja mucho al modo en que un maestro tejedor pasa sus canillas de un lado a otro y así, con movimientos imperceptiblemente rápidos une entre sí miles de hilos [34].

Con esta metáfora de la memoria como un telar, Carus hace referencia a la mecánica, tal como hiciera anteriormente Descartes. Pero hay una diferencia esencial. Mientras que las analogías cartesianas de las máquinas expresan la transparencia de las leyes mecánicas, lo calculable y previsible del determinismo, Carus expresa con su metáfora precisamente la impenetrabilidad de la memoria. Resulta imposible averiguar cómo la experiencia teje imágenes en nuestra memoria, hay demasiados hilos, se mueven con demasiada rapidez; nuestra memoria es un instrumento cuyo funcionamiento no podemos descifrar.

No se puede decir que Carus lamentara esta impenetrabilidad; al contrario, estaba dispuesto a incluir en su psicología los compartimientos de nuestra vida espiritual inaccesibles a la introspección o la reflexión. La primera frase de su *Psyche* se ha convertido en un clásico: «La clave del conocimiento sobre la esencia de la vida espiritual consciente se halla en el reino del inconsciente» [35]. Este inconsciente, inaccesible pero no por ello indefinido, es un depósito de vitalidad, una fuente de creatividad, el origen de la vida espiritual consciente. No existe una frontera claramente definida entre ambas esferas; sus límites son como los del día y la noche. En los fenómenos hipnóticos veía Carus una indicación de la existencia de procesos psíquicos que permanecen ocultos para la persona y sólo pueden vislumbrarse en el paisaje del alma en las especiales circunstancias atmosféricas de un trance.

En la psicología y la literatura, el subconsciente no era sólo «crepúsculo», sino también «profundidad», pues en la topografía del alma romántica, «hacia dentro» significaba a menudo «hacia abajo», hacia los pozos, los «jardines subterráneos» de los que hablaba el ingeniero de minas y poeta Novalis, con sus «árboles metálicos y plantas de cristal» [36]. O hacia la profundidad del mar, como en *Die Nordsee* de Heine: «Amo el mar como mi alma. A menudo siento incluso como si el mar fuera en realidad mi propia alma; e igual que en el mar crecen plantas acuáticas ocultas, que sólo suben a la superficie al florecer, para volver a desaparecer una vez que han florecido, así, desde las profundidades de mi alma, salen a flote de vez en cuando preciosas imágenes de flores olorosas y brillantes, que acaban desapareciendo» [37].

[33] Ibídem, p. 161.
[34] Ibídem, p. 162.
[35] C. G. Carus, *Psyche, zur Entwicklungsgeschichte der Psychologie*, Pforzheim, 1846, p. 1.
[36] Von Schlebrügge, «Topographie», p. 115.
[37] Heine, *Harzreise*, p. 92.

La tendencia romántica a lo que Carus llamaba *die Nachtseite des Seelenlebens* (el lado oscuro de la vida espiritual), la idea de que algunas habitaciones del alma siempre permanecerán cerradas y que nunca sabremos lo que hay en ellas, no significaba que *todos* los procesos psíquicos fueran inaccesibles a la investigación. Algunas puertas estaban entreabiertas, otras abiertas de par en par, y cuando quedaba excluido un acceso directo, siempre se podía intentar formular una suposición dando un rodeo. Para ello, los románticos se dejaban guiar por el principio de «la cara es el espejo del alma»; lo exterior era para ellos un reflejo de lo interior [38].

En realidad, no hay límites a la creatividad con que en el XIX lo exterior era considerado un signo o imagen de lo interior. El carácter se reflejaba en la letra, la personalidad en los rasgos faciales, el destino en las líneas de la mano, las emociones en la mímica, el temperamento en la complexión física. A finales del XVIII, el suizo Lavater había explicado cómo el rostro humano podía ser la expresión de la armonía interior, pero también del pecado —Lavater era teólogo— e incluso de la tendencia criminal: «Quien esté familiarizado con los detalles del rostro humano en hospitales y reformatorios a menudo apenas podrá creer lo que ven sus ojos y se estremecerá por los signos con que el libertinaje marca a sus esclavos» [39]. Carus era un admirador de Lavater y se sirvió de la interpretación simbólica de las diferentes partes del cuerpo humano, sus formas y proporciones, como expresión del carácter y del temperamento, para exponer el principio de correspondencia entre el interior y el exterior [40]. Daba gran importancia a la estructura del cráneo. En un atlas creaneoscópico reunió cráneos, máscaras mortuorias y moldes de yeso de celebridades como Lutero, Kant, Tiedge y Beethoven, complementados con cráneos, entre otros, de un envenenador, un parricida, un rey egipcio, un cafre, una deficiente mental y un groenlandés. Alternando de forma intrigante la medición con la interpretación, Carus especificaba cómo los patrones de personalidad y talento se reflejaban en las proporciones exteriores. Así, apuntaba a la amplia frente de Kant, que correspondía con su gran capacidad analítica, y el contraste entre la parte central del cráneo, sede de la vida emocional, «que, comparativamente, en el autor de la crítica de la razón pura no es tan fuerte» [41] (fig. 4.2). En el rostro de Goethe, Carus elogiaba sobre todo la frente alta, de más de cinco pulgadas parisinas, mientras que las finas hinchazones en torno a la cuenca de los ojos indicaban «un juicio benévolo y claro» [42].

[38] Véase D. Draaisma, «Een iconografie van de ziel», *Vrij Nederland*, Boekenbijlage, 23 de septiembre de 1989, pp. 6-7.
[39] J. C. Lavater, *Physiognomik. Zur Beförderung der Menschenkenntnis und Menschenliebe*, Viena, 1829, Bd I, p. 144.
[40] C. G. Carus, *Symbolik des menschlichen Gestalt*, Dresde, 1852.
[41] C. G. Carus, *Neuer Atlas der Cranioskopie*, Leipzig, 1864, Tabla VII.
[42] C. G. Carus, *Atlas*, Tabla XI.

4.2 En su *Neuer Atlas der Craniskopie,* Leipzig, 1864, Carus coleccionó material visual para su estudio sobre la relación entre estructura craneal y características psicológicas tales como el talento, el carácter, el temperamento, etc. La ilustración muestra la máscara mortuoria del filósofo Kant, fallecido en 1804 a la edad de 80 años.

En el romanticismo, el vínculo entre interior y exterior se entendía en términos de una armonía que tenía un significado más simbólico que causal. En algunos casos, las diferencias de expresión o forma craneal podían guardar relación con diferencias fisiológicas que a su vez estaban relacionadas con las diferencias de personalidad o talento, pero no existía una relación causal directa entre los procesos psíquicos ocultos y lo exterior. Por ello, en la visión romántica, un paisaje o un grupo de rocas podían tener una expresión fisiognómica. Sobre este trasfondo es comprensible que Carus no se sintiera en absoluto atraído por la tradición rival en la investigación del cerebro y el cráneo: la frenología. Su atlas craneoscópico contiene algunos incisos que evidencian su irritación sobre la doctrina de Gall, quien precisamente daba por sentado que existía una relación causal directa entre la forma del cráneo, las características del cerebro y las diferencias de personalidad y talento. Al repasar el desarrollo de la neurología, podemos apreciar que las doctrinas de Carus y Gall sobre el cráneo tenían su propia cuenca. La de Carus pertenecía a la concepción romántica de la ciencia orientada a la interpretación y el simbolismo, que, en la segunda mitad del siglo XIX, compartiría el sino de la ciencia romántica. La doctrina de Gall se convirtió en una etapa en el desarrollo de una neurología empírica y experimental. En el estudio de la memoria esto significó el cambio del escritorio por el quirófano.

4.2 En su *Neuer Atlas der Craniskopie,* Leipzig, 1864, Carus coleccionó material visual para su estudio sobre la relación entre estructura craneal y características psicológicas tales como el talento, el carácter, el temperamento, etc. La ilustración muestra la máscara mortuoria del filósofo Kant, fallecido en 1804 a la edad de 80 años.

En el romanticismo, el vínculo entre interior y exterior se entendía en términos de una armonía que tenía un significado más simbólico que causal. En algunos casos, las diferencias de expresión o forma craneal podían guardar relación con diferencias fisiológicas que a su vez estaban relacionadas con las diferencias de personalidad o talento, pero no existía una relación causal directa entre los procesos psíquicos ocultos y lo exterior. Por ello, en la visión romántica, un paisaje o un grupo de rocas podían tener una expresión fisiognómica. Sobre este trasfondo es comprensible que Carus no se sintiera en absoluto atraído por la tradición rival en la investigación del cerebro y el cráneo: la frenología. Su atlas craneoscópico contiene algunos incisos que evidencian su irritación sobre la doctrina de Gall, quien precisamente daba por sentado que existía una relación causal directa entre la forma del cráneo, las características del cerebro y las diferencias de personalidad y talento. Al repasar el desarrollo de la neurología, podemos apreciar que las doctrinas de Carus y Gall sobre el cráneo tenían su propia cuenca. La de Carus pertenecía a la concepción romántica de la ciencia orientada a la interpretación y el simbolismo, que, en la segunda mitad del siglo XIX, compartiría el sino de la ciencia romántica. La doctrina de Gall se convirtió en una etapa en el desarrollo de una neurología empírica y experimental. En el estudio de la memoria esto significó el cambio del escritorio por el quirófano.

Localización: Gall, Flourens, Broca

La investigación en torno a la localización de las funciones psíquicas en el cerebro se inició hacia finales del siglo XVIII gracias a Franz Joseph Gall (1758-1828), un médico vienés, destacado especialista en anatomía cerebral [43]. Gall fue el primero en establecer una distinción entre la «materia gris», que se halla en la superficie de la corteza cerebral y en el núcleo de la médula espinal, y la «materia blanca», que une estas zonas entre sí. Asimismo descubrió que los filamentos blancos de la médula espinal se cruzan en la parte inferior del cerebro, por lo que una mitad del cuerpo es regulada por el hemisferio cerebral opuesto. Además desarrolló nuevas técnicas de disección. Su especialidad era la anatomía cerebral comparada. Sobre la base de investigaciones del cerebro de animales y seres humanos de edades diferentes, Gall consiguió precisar tanto la relación general entre cerebro y mente que logró establecer una relación entre tamaño de la corteza cerebral y las funciones psíquicas superiores. El habla, la memoria y el entendimiento resultaron ser una función directa de la cantidad de corteza cerebral intacta [44].

Si Gall se hubiera limitado a estos descubrimientos, escribe Fancher, su trabajo sería recordado con respeto en la historia de la ciencia [45]. Por desgracia, Gall incluyó la parte no controvertida de sus resultados en una doctrina que Spurzheim llamó «frenología» y que más tarde quedaría desacreditada. Según esta teoría, cada función psíquica tiene un «órgano» correspondiente en el cerebro. El tamaño de este órgano cerebral sería proporcional al desarrollo de la función psíquica. Gall menciona que en sus años de estudiante había notado que los chicos que tenían facilidad para aprender algo de memoria tenían los ojos algo saltones («los llamados ojos de besugo») [46]. Gall lo atribuía a la hinchazón del sustrato físico de este tipo de memoria, en la parte anterior del cerebro, justo detrás de las órbitas oculares. Dado que, según Gall, la mayoría de las funciones se hallan en la corteza justo debajo de la coronilla del cráneo, las depresiones, bultos y curvaturas de la superficie del cráneo eran una proyección de la mente humana. Por ejemplo, si el talento para las matemáticas está muy desarrollado, entonces la hinchazón del órgano correspondiente provoca una hinchazón que las manos experimentadas del frenólogo detectarán como un bulto matemático: una cupulilla ósea que caracteriza a quien se destaca por encima de la media.

[43] E. Lesky ofrece una selección de textos de Gall, precedida de una introducción biográfica en: *Franz Joseph Gall; 1758-1828; Naturforscher und Anthropologe*, Berna, 1979.

[44] Gall publicó sus principales ensayos en colaboración con su alumno y compañero Johann Caspar Spurzheim: *Anatomie et physiologie du systéme nerveux en général, et du cerveau en particulier*, París, 1810-1819.

[45] R. E. Fancher, *Pioneers of psychology*, Nueva York, 1979, p. 45.

[46] Citado en Lesky, *Gall*, p. 74.

Esta idea del cráneo como un paisaje en que las irregularidades señalan la tectónica de los órganos cerebrales subyacentes desembocó en uno de los proyectos más ambiciosos de la ciencia de la mente humana. La frenología de Gall, según un seguidor holandés, el doctor Jacobus Doornik, era una especie de cartografía: «El cráneo propiamente dicho se ha convertido en un mapa sobre el cual, al igual que en un pequeño atlas, se han dibujado las regiones y los lugares en los que se halla descrita la persona, como en un microcosmos. Viajamos por el cráneo humano como por el globo terráqueo, para buscar y descubrir los lugares donde se alojan nuestras percepciones, deseos, inclinaciones y capacidades intelectuales» [47]. Gall se convirtió así en el Cristóbal Colón del «nuevo mundo *dentro de nosotros*», cuyos descubrimientos se dibujaban en sendos atlas y se coleccionaban en gabinetes de cráneos. Una de las más célebres colecciones de cráneos era la del propio Gall, una colección que aumentaba rápidamente gracias a las generosas donaciones de manicomios y reformatorios, provocando, por cierto, no poca inquietud entre sus coetáneos, que veían en esta empresa una macabra *Kopfjägerei* (caza de cabezas). ¿Acaso los restos mortales de Haydn no habían llegado sin cabeza al príncipe Esterházy? En una de sus cartas, Gall se quejaba de que todo el mundo se llevara las manos a la cabeza cuando él entraba.

Aparte de la investigación *post mortem,* Gall realizó observaciones del cráneo de personas vivas, en un intento por vincular el patrón de las propiedades de carácter y los talentos específicos, con el desarrollo de sus «órganos cerebrales». Así, tenía por costumbre «invitar a golfillos a tomar bizcocho y aguardiente, prometiéndoles dinero; estos aceptaban gustosos la invitación y le relataban sus granujadas, tras lo cual [Gall] estudiaba a los mayores golosos, los mayores mentirosos, los mayores bribones, etc. para verificar sus hipótesis» [48]. Gall confeccionó una lista de 27 facultades, que iban desde los instintos sexuales, el cariño y la vanidad, hasta la capacidad para los idiomas, la musicalidad, la religiosidad y la constancia. Todas estas características «interiores» se manifestaban exteriormente en forma de señales anatómicas, por lo que todo aquel «que sepa descifrar esta pictografía, descubrirá con ello los ejes sobre los que giran los pensamientos y sentimientos humano [49].

En marzo de 1805, Gall, acompañado por su alumno y compañero Spurzheim, emprendió un «viaje craneoscópico», una gira de conferencias que duraría casi tres años y que llevaría a ambos anatomistas por media Europa [50]. Por

[47] J. E. Doornik, *Voorlezingen over F. J. Gall's herssen-schedelleer, in Felix Meritis en Doctrina et Amicitia, winter 1805-1806,* Amsterdam, 1806, p. 4.

[48] M. Stuart, *Herinneringen uit de lessen van Frans Joseph Gall, Med. Doctor te Weenen, over de Hersenen, als onderscheiden en bepaalde werktuigen van den geest,* Amsterdam, 1806, p. 44.

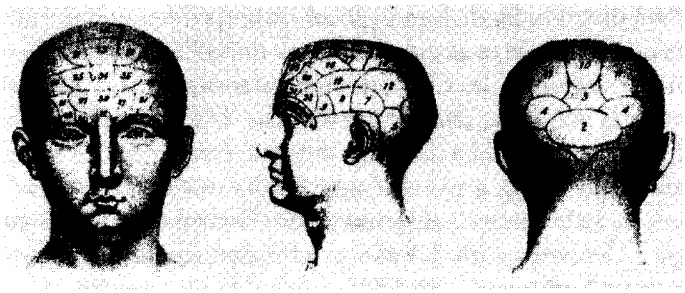
[49] Doornik, *Voorlezingen,* p. 3.

[50] Sobre la visita que realizó Gall en 1806 a los Países Bajos y la acogida de su doctrina en este país: M. Conradi, «Frans Joseph Gall in Nederland», *De psycholoog,* 7 (1995), pp. 320-323.

aquel entonces, Gall todavía no había publicado nada sobre su doctrina del cerebro y del cráneo —ello sucedería tan sólo a partir de 1808— aunque ya se habían publicado varios libros basados en sus conferencias. Gall se imaginaba la memoria como una serie de facultades independientes, cada una de ellas con una ubicación propia en el cerebro. Estaban todas reunidas justo por encima y detrás de las órbitas. Había seis formas de memoria: memoria de cosas, memoria de lugares, memoria de números, memoria de palabras y del lenguaje, memoria de nombres y memoria de personas [51]. Gall situaba la «memoria de cosas» directamente encima del hueso nasal. Un bulto en ese lugar significaba una memoria de hechos muy desarrollada. ¿Acaso el elefante, con su proverbial buena memoria, no tenía un enorme bulto justo encima de la trompa? La «memoria de lugares», situada a ambos lados de la memoria de cosas, permitía a su poseedor orientarse en el espacio y era importante para comandantes e ingenieros, para astrónomos y paisajistas. La «memoria de números» se hallaba en el borde exterior de las órbitas y, en caso de desarrollo excepcional, ejercía presión sobre los ojos acercándolos ligeramente entre sí, «lo cual hace que los ojos bizqueen. Ello se observa sobre todo entre los judíos, que, durante muchas generaciones seguidas, vivieron de la aritmética y el comercio» [52]. ¿Qué tamaño debía tener entonces, se preguntó el traductor, este instrumento en el caso de Leibniz, el descubridor del cálculo diferencial? Contestó a la pregunta con una observación propia: «El que al hacer cálculos difíciles se bizquee un poco, es una observación que casi nunca falla. Y en efecto, el retrato de Leibniz, que tengo delante mío, bizquea» [53].

La colaboración entre Gall y Spurzheim finalizó en 1813 a raíz de una disputa [54]. Spurzheim partió hacia el Nuevo Mundo, llevándose una versión popularizada de la frenología —más unas diez facultades que había descubierto él mismo. Allí se dedicó a pronunciar lucrativas conferencias y encontró una aplicación práctica para esta doctrina: en sus manos, la frenología se desarrolló como instrumento para elegir pareja y profesión, y finalmente como test de personalidad (fig. 4.3). Por aquel entonces, la frenología se había convertido ya en la caricatura de una teoría neuropsicológica. Debido a la falta de reconocimiento por parte de la ciencia ortodoxa, Gall y sus discípulos empezaron a orientarse cada vez más a un público no científico y gradualmente sus doctrinas se fueron mezclando con bastantes ingredientes de magia [55]. Al morir Gall,

[51] J. C. F. Leune, *De leer van Gall over de herssenen en schedel*, Amsterdam, 1804, pp. 121-129.
[52] Ibídem, p. 128.
[53] Ibídem, p. 128.
[54] W. Krauss, «Frans Galls Schädellehre», J. Clair y otros (red.), *Wunderblock*, p. 203.
[55] Cantor y Shapin mantuvieron un interesante debate sobre la acogida de la frenología en la ciencia académica y el estatus de la frenología como contracultura: G. N. Cantor, «The Edinburgh phrenology debate: 1803-1828», *Annals of science*, (1975), 32, pp. 195-218; S. Shapin, «Phrenological knowledge and the social structure of early nineteenth-century Edinburgh», *Annals of science*, (1975), 32, pp. 219-243.

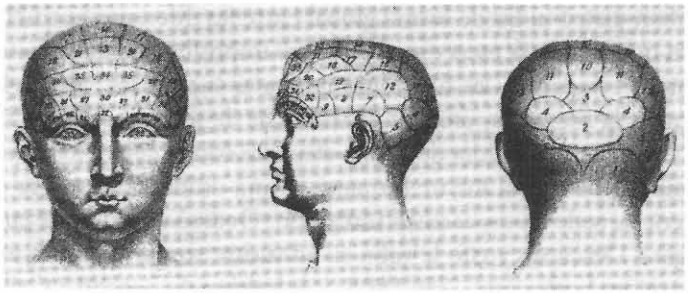


4.3 La doctrina del cerebro y del cráneo de Gall fue popularizada por Spurzheim, quien amplió el sistema y lo presentó al público como «frenología». A diferencia de Gall, Spurzheim prestó mucha atención a las ilustraciones. Los mapas craneales frenológicos ilustran el frontispicio de su obra *Phrenology, or the doctrine of the mind; and of the relations between its manifestations and the body,* Londres, 1825.

en 1828, su doctrina ya no tenía seguidores importantes en los círculos académicos. Su propio cráneo fue preparado por un alumno y más tarde quedó catalogado con el número 19.216 en la colección del Musée de l'Homme en París.

La ciencia establecida supo desarrollar una resistencia considerable frente a Gall, sobre todo en Francia. El más famoso adversario de la frenología fue el médico Pierre Flourens (1794-1867). Al igual que Gall, Flourens era un brillante anatomista del cerebro, con un talento especial para la anatomía comparativa. La diferencia entre ambos investigadores residía en una técnica en la que Gall no creía y que Flourens dominaba a la perfección: la extirpación quirúrgica. Flourens era muy diestro a la hora de extraer pedazos minúsculos de tejido cerebral, casi siempre en forma de placas tan delgadas que incluso era capaz de aplicar esta técnica al cerebro de los pájaros. Observando el comportamiento del animal, una vez recuperado este, intentó formular una distribución global de funciones en el cerebro. Esta técnica de extirpación introdujo el experimento en el repertorio de la investigación del cerebro, aunque —por lo pronto— sólo se operaran cerebros de animales.

Uno de los descubrimientos de Flourens tenía que ver con el comportamiento de un perro al cual se habían extirpado discos cada vez más profundos del cerebelo. Debido a estas intervenciones, el perro fue perdiendo poco a poco la capacidad de coordinar sus movimientos: cuando quería avanzar, se caía hacia atrás, si quería ir a la izquierda, giraba a la derecha. La utilización de los estímulos sensoriales permanecía intacta, sólo había desaparecido la coordinación de la motricidad. En otro experimento se extirpó toda la corteza cerebral a una paloma. A raíz de esta intervención, el pájaro ya no reaccionaba a los estímulos visuales o auditivos y dejó de hacer movimientos voluntarios. A partir de este tipo de experimentos, Flourens sacó la conclusión de que ciertamente las fun-



4.3 La doctrina del cerebro y del cráneo de Gall fue popularizada por Spurzheim, quien amplió el sistema y lo presentó al público como «frenología». A diferencia de Gall, Spurzheim prestó mucha atención a las ilustraciones. Los mapas craneales frenológicos ilustran el frontispicio de su obra *Phrenology, or the doctrine of the mind; and of the relations between its manifestations and the body,* Londres, 1825.

en 1828, su doctrina ya no tenía seguidores importantes en los círculos académicos. Su propio cráneo fue preparado por un alumno y más tarde quedó catalogado con el número 19.216 en la colección del Musée de l'Homme en París.

La ciencia establecida supo desarrollar una resistencia considerable frente a Gall, sobre todo en Francia. El más famoso adversario de la frenología fue el médico Pierre Flourens (1794-1867). Al igual que Gall, Flourens era un brillante anatomista del cerebro, con un talento especial para la anatomía comparativa. La diferencia entre ambos investigadores residía en una técnica en la que Gall no creía y que Flourens dominaba a la perfección: la extirpación quirúrgica. Flourens era muy diestro a la hora de extraer pedazos minúsculos de tejido cerebral, casi siempre en forma de placas tan delgadas que incluso era capaz de aplicar esta técnica al cerebro de los pájaros. Observando el comportamiento del animal, una vez recuperado este, intentó formular una distribución global de funciones en el cerebro. Esta técnica de extirpación introdujo el experimento en el repertorio de la investigación del cerebro, aunque —por lo pronto— sólo se operaran cerebros de animales.

Uno de los descubrimientos de Flourens tenía que ver con el comportamiento de un perro al cual se habían extirpado discos cada vez más profundos del cerebelo. Debido a estas intervenciones, el perro fue perdiendo poco a poco la capacidad de coordinar sus movimientos: cuando quería avanzar, se caía hacia atrás, si quería ir a la izquierda, giraba a la derecha. La utilización de los estímulos sensoriales permanecía intacta, sólo había desaparecido la coordinación de la motricidad. En otro experimento se extirpó toda la corteza cerebral a una paloma. A raíz de esta intervención, el pájaro ya no reaccionaba a los estímulos visuales o auditivos y dejó de hacer movimientos voluntarios. A partir de este tipo de experimentos, Flourens sacó la conclusión de que ciertamente las fun-

ciones estaban distribuidas de forma global entre las diferentes estructuras cerebrales, pero que *dentro de* estas estructuras era imposible localizar facultades independientes [56]. Según él, las funciones mentales superiores, como el habla, el pensamiento y la memoria, estaban distribuidas de forma uniforme en el cerebro. Esta conclusión coincidía de forma elegante con el convencimiento filosófico de Flourens de que la mente humana es una unidad armoniosa e indivisible, que tiene su sede en un cerebro integrado. Dedicó su ajuste de cuentas con la frenología a Descartes y ello le valió su admisión como miembro en el Institut de France, un honor que —en 1808— le había sido negado a Gall.

En la masa de observaciones y descubrimientos que acumula la obra de Gall cabe señalar un caso que no era compatible con las conclusiones de Flourens y que acabaría provocando una rehabilitación parcial de las teorías de la localización. Gall describe el caso de un soldado que, a raíz de una estocada justo por debajo del ojo izquierdo, había sufrido una lesión cerebral y desde entonces carecía de la facultad de nombrar a personas u objetos. Con ello ofreció la primera descripción de una afasia parcial derivada de una lesión del lóbulo frontal izquierdo. La afasia era un trastorno conocido desde hacía tiempo y ya había sido vinculada a daños cerebrales, pero no a una lesión en un lugar específico. Después de Flourens, la neurología francesa consideraba que tal relación no era plausible. La idea de un centro lingüístico independiente fue mantenida viva por Bouillaud, médico, físico y alumno de Gall, y por su yerno, el neurólogo Aubertin. Fue a indicación de este último que el neurólogo parisino Pierre-Paul Broca (1824-1880) pudo identificar el *locus* que más tarde recibiría su nombre [57].

Al igual que Colón, al realizar el descubrimiento de su vida, Broca no estaba seguro de qué era lo que había descubierto exactamente. El cerebro que mostró en 1861 en una reunión de la Société d'Anthropologie a sus colegas médicos presentaba en el lóbulo frontal izquierdo un orificio del tamaño de un huevo de paloma. Los bordes eran poco consistentes: por lo visto, el tejido cerebral afectado se había derretido hacia los bordes desde el centro de la lesión. El día anterior, Broca había extraído el cerebro, por lo demás intacto, del cráneo de un tal Leborgne, un zapatero sobre el cual la historia de la neurología sólo nos ha transmitido su apodo, monsieur Tan, por la muletilla «tan» con la cual respondía a todas las preguntas.

Al morir, hacía ventiún años que Tan había perdido el habla, y era lógico suponer que este trastorno guardaba relación con la lesión del lóbulo frontal. Lo que no estaba tan claro era la índole de la relación. Tan era capaz de producir sonidos; es decir, su incapacidad para hablar no tenía nada que ver con los músculos y los

[56] P. Flourens, *Examen de la phrénologie*, París, 1824.
[57] F. Schiller, *Paul Broca. Founder of the french anthropology, explorer of the brain*, Berkeley, 1979.

nervios del aparato del lenguaje. Asimismo, Tan podía comprender lo que se le decía. Por consiguiente, disponía de lo que Broca llamaba «la memoria de palabras». Pero, ¿qué era lo se había derretido en su cerebro? Broca decidió que en el caso de Tan se había dañado «la memoria de los movimientos necesarios para pronunciar las palabras». Las autopsias realizadas en otros pacientes afásicos confirmaron la conclusión de que en la parte inferior de la tercera circunvolución del lóbulo frontal derecho se encuentra el centro del lenguaje —no muy lejos del lugar de la estocada. En uno de los armarios del Musée de l'Homme debió de oírse sin duda un castañeteo aprobatorio.

Broca descubrió el *locus* neurológico de la afasia (expresiva) en 1861. En las dos décadas siguientes tuvieron lugar diversos descubrimientos en el ámbito de la localización de funciones. En parte, estos resultados se debían a las nuevas técnicas [58]. El descubrimiento de las zonas de proyección sensoriales y motrices por parte de los fisiólogos alemanes Fritsch y Hitzig se basa en la estimulación eléctrica de la corteza cerebral. Otros investigadores consiguieron seguir las vías de los haces nerviosos a través del cerebro y de este modo trazar un mapa de las principales conexiones. Las pruebas de extirpación en monos llevaron al descubrimiento del centro óptico en el lóbulo occipital. Poco después se detectó un centro auditivo. La hipótesis de que las zonas de proyección están vinculadas entre sí por zonas de asociación fue confirmada anatómicamente a través de extirpaciones e investigaciones *post mortem*. La investigación más teórica de Wernicke sobre la relación entre la motricidad del habla y la representación del significado de las palabras arrojó nueva luz sobre la forma de afasia que más tarde llevaría su nombre. Después de todos estos avances, el cerebro de 1875 ya no era el mismo que el de 1800, ni siguiera que el de 1850. Mientras que Gall había localizado una lista de facultades demasiado específica y en buena medida arbitraria y Flourens distribuía las funciones de forma demasiado global entre las diferentes estructuras cerebrales, el neurólogo de 1875 disponía de una cartografía bastante exacta del cerebro. En los atlas neurológicos, las zonas en blanco, de *terra incognita* , empezaban a disminuir para convertirse en enclaves rodeados de territorio conocido.

Mental physiology

¿Qué significaban estos avances para las teorías sobre la memoria? Las diversas patologías —afasia expresiva y receptiva, apraxia, agrafía— indicaban que la memoria estaba compuesta de funciones parciales, cada una de ellas con su propio *locus* neurológico. La memoria motriz del lenguaje estaba situada por lo visto en

[58] M. A. B. Brazier, *A history of neurophysiology in the 19th century*, Nueva York, 1988.

otro lugar que la memoria del significado de las palabras o la memoria de objetos. Pero en relación con la pregunta de *cómo* estaban vinculadas estas memorias parciales con los procesos cerebrales o en qué consistían exactamente estos procesos, en el siglo XIX no se sabía mucho más que en tiempos de Descartes y Hooke. Las ideas vigentes acerca del sustrato físico de la memoria tenían un carácter muy general. El filósofo y psicólogo francés Fouillée ordenó las hipótesis en torno a la formación de huellas mnemónicas en tres categorías [59]. Según la primera hipótesis, la experiencia causaba en el cerebro un patrón de *movimiento* duradero en forma de vibración. La segunda hipótesis atribuía la formación de huellas mnemónicas a cambios permanentes de la *estructura* de las células cerebrales. La tercera hipótesis partía del supuesto de que en el cerebro puede surgir una *disposición* para repetir un patrón idéntico de excitación. Al leer los tratados de la época sobre el sustrato material de la memoria, se observa que esta división apenas encaja. Por ejemplo, la hipótesis de la disposición —como indicó el propio Fouillée— no era una categoría independiente, sino que el surgimiento de disposiciones se atribuía más bien a los movimientos o cambios estructurales de las dos primeras hipótesis, que por cierto tampoco podían distinguirse siempre claramente entre sí.

Las ideas más elaboradas sobre el sustrato neurológico de la memoria se encuentran en un grupo de teóricos que la historiografía ha reunido bajo el término de *mental physiology* (fisiología mental). Esta orientación surgió en la década de los sesenta del siglo XIX y vivió su época culminante en las mismas dos décadas que habían sido tan fértiles para la investigación de la localización. Sus representantes más famosos fueron los británicos William Carpenter (que ideó el término *mental physiology*) y Henry Maudsley [60]. Ambos eran médicos. Su trabajo y el de sus correligionarios se caracterizaba por el optimismo sobre el alcance de las explicaciones materialistas de las funciones psíquicas.

Hay una publicación que ejerció una influencia excepcional en la *mental physiology*. En 1870, el fisiólogo Ewald Hering pronunció un discurso sobre la memoria ante la Academia de Ciencias austriaca [61]. Hering defendía dos tesis. La primera era que la «memoria» es una característica general de la materia orgánica; la segunda, que todas las características heredadas o adquiridas están almacenadas en el organismo y son transmitidas en forma de «memoria» a los descendientes. Esta última tesis correría la misma suerte que la teoría de la herencia de Lamarck y acabaría desacreditada, pero la primera tesis evolucionó hasta convertirse en una hipótesis muy comentada en las teorías sobre la me-

[59] A. Fouillée, «La survivance et la sélection des idées dans la mémoire», *Revue des deux mondes*, 69 (1885), pp. 357-389.

[60] W. B. Carpenter, *Mental physiology*, Londres, 1874; H. Maudsley, *The physiology of mind*, Londres, 1868.

[61] E. Hering, *Über das Gedächtniss als eine allgemeine Funktion der organisierten Materie*, Viena, 1870.

moria. Hering argumentaba que la materia orgánica está enfocada hacia la conservación y reproducción de estímulos. Un músculo que se entrena, aumenta de tamaño y hace que la repetición de los movimientos sea cada vez más fácil. Por lo visto, a nivel celular tienen lugar procesos de facilitación que simplifican la reproducción de un estado determinado y de este modo «recuerdan» este estado en forma de disposición. Según Hering, se trata de una característica universal de la materia orgánica. La memoria humana es una concreción de esta característica. Del mismo modo en que los movimientos se van grabando en el sistema nervioso motriz, así pueden grabarse las funciones mentales en el cerebro. Recordar y reproducir sensaciones, pensamientos e ideas es una función de la materia orgánica de la cual está compuesto nuestro cerebro.

Esta hipótesis consiguió reclutar bastantes guerrilleros entre las filas de la *mental physiology*. Las ideas de autores como Maudsley y Carpenter en Inglaterra y Ribot en Francia sobre el sustrato neurológico de los procesos mnemónicos coincidían en gran medida con la teoría de Hering de la «memoria orgánica». La explicación corriente de la memoria era la siguiente. El procesamiento de la experiencia en el cerebro se realiza a través de la actividad nerviosa. Dicha actividad tiene un carácter eléctrico: los estímulos se transmiten de una neurona a otra por medio de una excitación móvil. Al pasar el estímulo, la neurona sufre una modificación, por lo que es más sensible a la activación. Las vías de las neuronas sensibilizadas forman circuitos y estos circuitos constituyen la base fisiológica de las formas de retención. La reactivación de la vía nerviosa idéntica evoca la experiencia original. Si la reproducción es consecuencia de un estímulo exterior al cerebro, hablamos de reconocer; un estímulo interior del cerebro implica recordar. La memoria no es más que el lado consciente de esta disposición puramente fisiológica de las células cerebrales [62]. Sobre esto último, la relación entre experiencia y procesos cerebrales, había diversidad de opiniones dentro de la fisiología mental, pero sobre la explicación fisiológica de la retención —aumento de la sensibilidad para un determinado patrón de excitación— existía unanimidad. La experiencia deja en el cerebro un rastro eléctrico que vuelve a activarse al recordar.

Esta teoría sugirió una explicación de la asociación. William James, otro fisiólogo, argüía que el cerebro se correspondía con «el gran cuadro de conexiones de comunicación de una central telefónica», un instrumento que establece conexiones entre los procesos de diferentes partes del sistema nervioso [63]. Análogamente a esta metáfora mecanicista, James había esbozado ya en una anterior publicación cómo las leyes asociativas de parecido y contigüidad podían deducirse de los procesos de las redes neuronales [64]. Cuando dos procesos

[62] Véase por ejemplo Maudsley, *Physiology*, ed. 1876, p. 513.
[63] W. James, *Principles of psychology*, Nueva York, 1890.
[64] W. James, «On the association of ideas», *Popular Science Monthly*, marzo de 1880.

cerebrales se han producido simultáneamente o en una sucesión inmediata, la repetición de uno de los procesos tiende a activar al otro. Teniendo en cuenta factores como la tensión eléctrica del tejido nervioso y la acumulación de excitaciones, James formuló una ley de la asociación física: la probabilidad de que un impulso nervioso siga una determinada vía depende del número de veces que el impulso haya seguido anteriormente esta vía y de la intensidad de la activación. Dado este proceso puramente físico de estímulos y reacciones, en la «central» de nuestro cerebro no hay ningún operador: todas las conexiones se establecen automáticamente, sin intervención de una entidad seleccionadora.

Fouillée formuló una explicación física similar de la asociación por contigüidad en la que comparaba las vías nerviosas con vías de ferrocarril que en determinados puntos del trayecto se acercan, se cruzan y vuelven a separarse. Que dos ideas queden vinculadas en nuestra memoria se debe a que las vías nerviosas que forman el sustrato de estas ideas se juntan en un lugar «análogo al lugar donde el guardagujas determina el curso de los trenes» [65]. Ante este pasaje, Ladd formuló la siguiente pregunta casual, pero profunda: «¿Existe entonces algo así como un "conmutador" mental (a *mental «switchman»)* que determine el curso de *estos* trenes de ideas?»[66].

Explicaciones como esta dan por sentado que existe una conexión muy estrecha entre cerebro y memoria; sin embargo, fuera del dominio de la fisiología mental no se compartía en absoluto la idea de que los procesos mnemónicos coinciden con los procesos cerebrales o pueden reducirse a ellos. Diferentes investigadores rechazaban que la memoria humana estuviera directamente vinculada a los procesos cerebrales; otros dudaban de que esta hipótesis pudiera explicar suficientemente la reproducción. Incluso se ponía en tela de juicio el dogma, a simple vista tan sólido, de la retención fisiológica. Un problema empírico bastante molesto era, por ejemplo, qué cambiaba exactamente en los elementos nerviosos. ¿Durante cuánto tiempo permanecía intacto el cambio? ¿No eran acaso las células cerebrales demasiado plásticas para semejante cambio estático de su estructura? Una objeción más filosófica se concentraba en el recuerdo voluntario. ¿Cómo podía estar vinculada la decisión aparentemente libre de querer recordar esto o aquello con la trayectoria determinada de las corrientes eléctricas a través de los circuitos nerviosos? Y ¿por qué la repetición del patrón original de excitación se vivía como un recuerdo en lugar de una sensación o un pensamiento, como la primera vez? ¿De dónde procedía la noción de que la excitación era una repetición de una anterior excitación idéntica? ¿Se basaba esa noción a su vez en una excitación en otro lugar del cerebro? Tanto desde el

[65] Fouillée, «Survivance», p. 380.

[66] G. T. Ladd, *Physiological psychology*, Londres, 1887, ed. 1891, p. 424. Este *mental switchman* tendría una posición similar al «maestro tejedor» del que hablaba Carus.

punto de vista empírico como filosófico, la explicación fisiológica de la retención parecía suscitar bastantes problemas. Para lograr que esta teoría fuera más plausible, los autores adscritos a la tradición de la fisiología mental tuvieron que recurrir a todos los medios empíricos y conceptuales que estaban a su alcance. Uno de ellos era la metáfora.

Fonógrafo y memoria

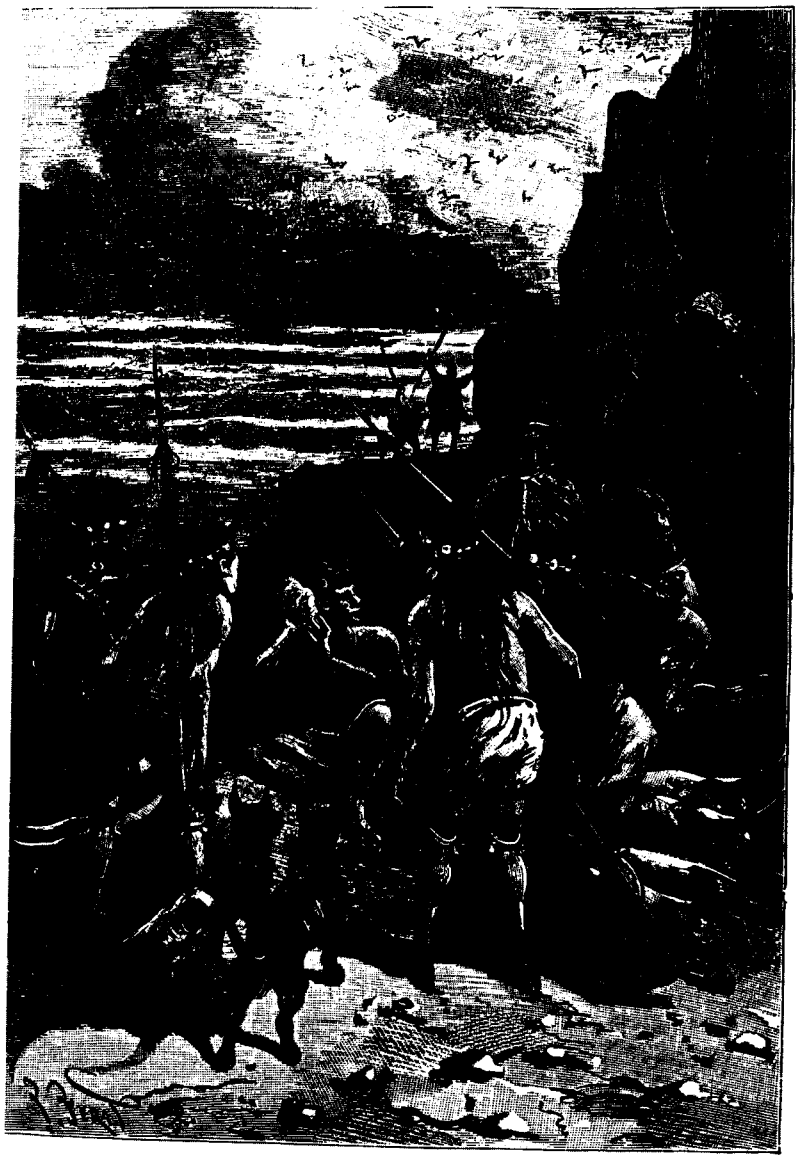
En el siglo XVI ya se fantaseaba sobre la posibilidad de retener el sonido y hacerlo sonar más tarde. Rabelais describía en *Pantagruel* (1533) cómo el ruido de una batalla invernal se habían quedado congelado en el hielo y en primavera, al iniciarse el deshielo, volvía a oírse [67]. Un siglo más tarde, en un informe sobre un viaje imaginario hacia los mares del Sur, Sorel habla de un pueblo que se comunicaba a larga distancia hablando en una esponja que luego enviaban. El receptor podía oír el mensaje manteniendo la esponja junto al oído y exprimiéndola[68] (véase figura 4.4).

En realidad, las posibilidades de conferir durabilidad al sonido eran muy limitadas. Se disponía de procedimientos para amplificar el sonido, como las construcciones de Vitruvio a las que se refirió Hooke o los platos con los que se podían concentrar las ondas sonoras, pero estos artilugios se basaban en la resonancia y el eco, y no conservaban el estímulo acústico, sino que lo *prolongaban.*

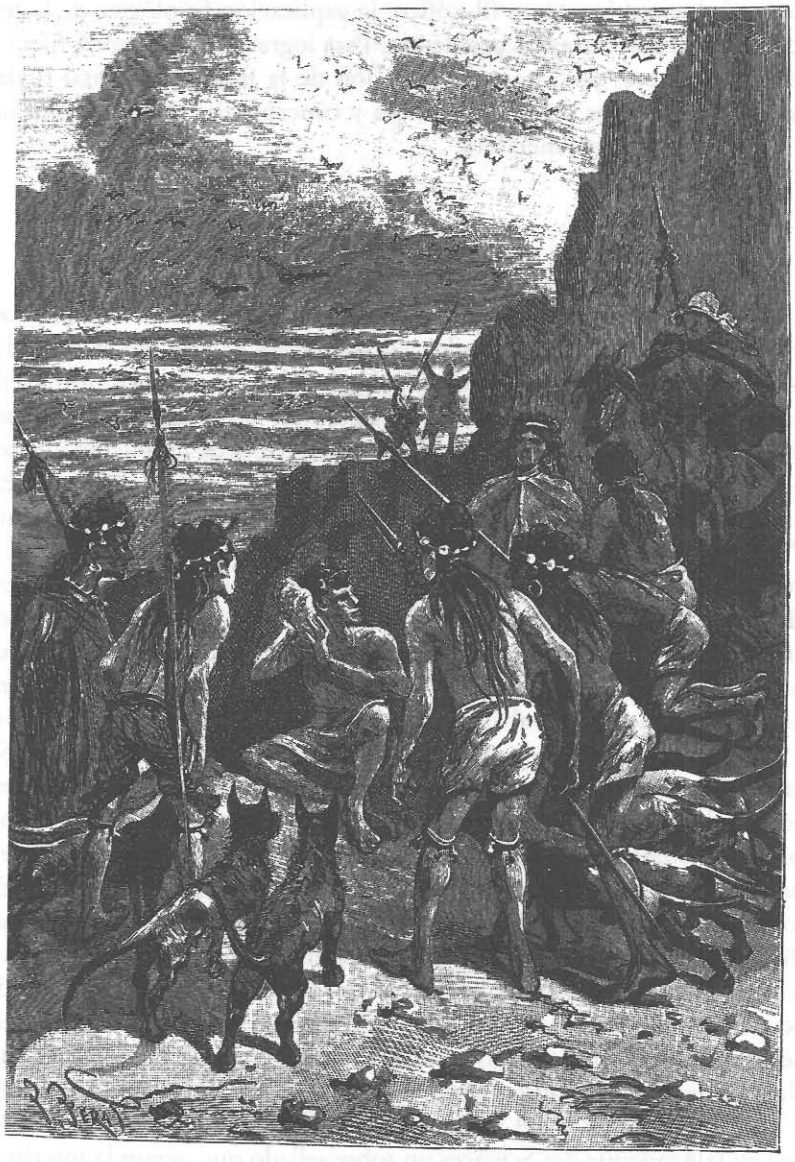
El primer paso en dirección al fonógrafo lo dio en 1857 el francés Leon Scott de Martinville. Diseñó un aparato —según dicta la tradición: después de leer un libro de fisiología— cuya construcción se inspiraba en la estructura del oído humano. Este *phonautograph* o registrador automático de sonidos consistía en un cuerno a modo de oreja y una membrana a modo de tímpano (fig. 4.5). En el centro de la membrana se había sujetado una cerda que trazaba un surco sobre un cilindro de vidrio enhollinado que giraba uniformemente. De este modo, las vibraciones se convertían en un patrón de movimientos de onda y el sonido se traducía en una huella visual duradera. Sin embargo, el surco no podía reconvertise en sonido: el aparato registraba, pero no reproducía. En 1857, Scott obtuvo la patente de su fonoautógrafo. Después, el desarrollo se quedó estancado.

El 18 de abril de 1877, el poeta, escritor e inventor parisino Charles Cros entregó en la Académie des Sciences un sobre sellado que, según la inscripción, contenía «la descripción de un proceso para registrar y reproducir los fenómenos percibidos por el oído» [69]. Cuando, en los últimos meses de 1877, Cros oyó

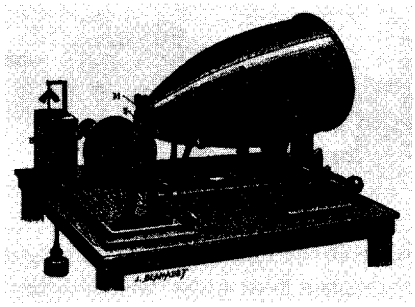
[67] F. Rabelais, *Pantagruel*, París, 1533, ed. 1548, capítulo LVI, libro IV.
[68] C. Sorel, *Le courier véritable*, París, 1632.
[69] D. Marty, *The illustrated history of phonographs*, Nueva York, 1981, p. 13.



4.4 Ilustración del siglo XIX en el libro *Le courier véritable* de 1632: la esponja reproduce las palabras absorbidas al exprimirla.



4.4 Ilustración del siglo XIX en el libro *Le courier véritable* de 1632: la esponja reproduce las palabras absorbidas al exprimirla.



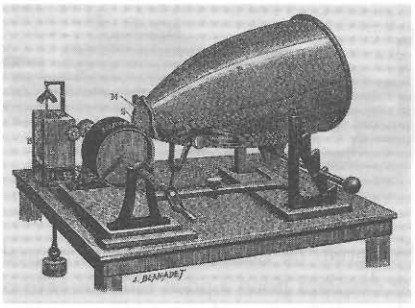
4.5 El «*phonautograph*» de Leon Scott de Martinville. Los sonidos recogidos en el cuerno P son registrados a través de la membrana M y la cerda S en el cilindro enhollinado E.

hablar del invento de Edison, ordenó a la Académie que abriera el sobre y publicara cuanto antes su contenido en las actas [70]. De la descripción se desprende que Cros había anticipado los principios del procedimiento patentado por Edison. Proponía acoplar una aguja muy fina a una membrana para que trazara un surco sobre un cilindro enhollinado —como en el fonotógrafo— y traducir a continuación el movimiento lateral de la aguja en un relieve, grabado en un disco de material duradero. Haciendo girar el disco bajo la aguja podrían oírse de nuevo las vibraciones a través de la membrana.

Después de haber depositado la descripción de su invención en la Académie, Cros intentó encontrar a alguien que fabricara su aparato. No tuvo suerte, y a finales de 1877, el desgraciado Cros vio cómo le adelantaban los avances de América, donde Edison había sabido transformar la misma idea en una máquina, protegida por sólidas patentes. En comparación con el procedimiento de Cros, el de Edison se había simplificado en un aspecto, en el cual residía con toda probabilidad la diferencia entre la especificación teórica de un mecanismo y una mecánica que funcionaba: mientras que en el aparato de Cros había un surco que después tenía que ser traducido en un relieve, Edison hacía que la propia aguja fuera la que grabara el relieve. Las figuras 4.6 y 4.7, procedentes de un artículo publicado en *Nature* en 1878, especifican el funcionamiento de este aparato.

Edison había encargado la fabricación de su prototipo a su ayudante John Kruesi. Durante la primera y legendaria prueba, Edison gritó unas cuantas líneas de la canción infantil *Mary had a little lamb* en la boquilla y poco después estos sonidos fueron reproducidos de forma inteligible. Kruesi exclamó en una mezcla de inglés y alemán: «Gott im Himmel, it has spoken!» (¡Santo cielo, ha hablado!). El aparato empezó a conocerse con el nombre de *Talking-Machine*

[70] Cros escribió su carta el 3 de diciembre; su solicitud fue presentada aquel mismo mes.



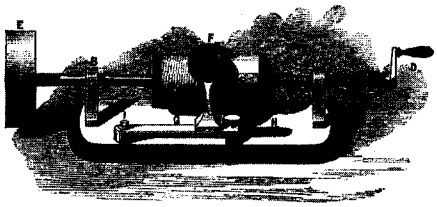
4.5 El «*phonautograph*» de Leon Scott de Martinville. Los sonidos recogidos en el cuerno P son registrados a través de la membrana M y la cerda S en el cilindro enhollinado E.

hablar del invento de Edison, ordenó a la Académie que abriera el sobre y publicara cuanto antes su contenido en las actas [70]. De la descripción se desprende que Cros había anticipado los principios del procedimiento patentado por Edison. Proponía acoplar una aguja muy fina a una membrana para que trazara un surco sobre un cilindro enhollinado —como en el fonotógrafo— y traducir a continuación el movimiento lateral de la aguja en un relieve, grabado en un disco de material duradero. Haciendo girar el disco bajo la aguja podrían oírse de nuevo las vibraciones a través de la membrana.

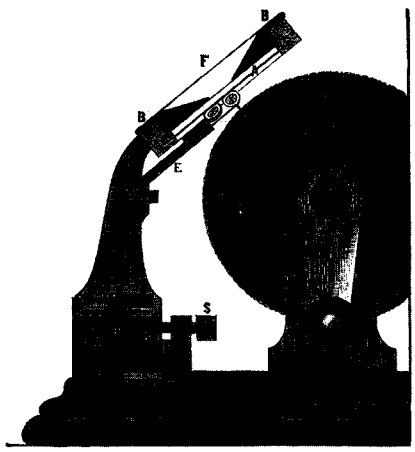
Después de haber depositado la descripción de su invención en la Académie, Cros intentó encontrar a alguien que fabricara su aparato. No tuvo suerte, y a finales de 1877, el desgraciado Cros vio cómo le adelantaban los avances de América, donde Edison había sabido transformar la misma idea en una máquina, protegida por sólidas patentes. En comparación con el procedimiento de Cros, el de Edison se había simplificado en un aspecto, en el cual residía con toda probabilidad la diferencia entre la especificación teórica de un mecanismo y una mecánica que funcionaba: mientras que en el aparato de Cros había un surco que después tenía que ser traducido en un relieve, Edison hacía que la propia aguja fuera la que grabara el relieve. Las figuras 4.6 y 4.7, procedentes de un artículo publicado en *Nature* en 1878, especifican el funcionamiento de este aparato.

Edison había encargado la fabricación de su prototipo a su ayudante John Kruesi. Durante la primera y legendaria prueba, Edison gritó unas cuantas líneas de la canción infantil *Mary had a little lamb* en la boquilla y poco después estos sonidos fueron reproducidos de forma inteligible. Kruesi exclamó en una mezcla de inglés y alemán: «Gott im Himmel, it has spoken!» (¡Santo cielo, ha hablado!). El aparato empezó a conocerse con el nombre de *Talking-Machine*

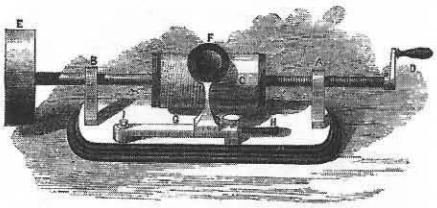
[70] Cros escribió su carta el 3 de diciembre; su solicitud fue presentada aquel mismo mes.



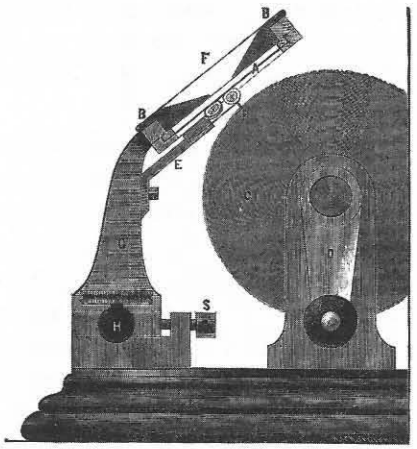
4.6 Vista delantera del fonógrafo de Edison. Un eje horizontal con rosca atraviesa los soportes A y B, y gira y se desplaza poco a poco lateralmente cuando se da vueltas a la manivela D. La rueda volante E favorece el movimiento uniforme. Sobre el cilindro C hay un surco paralelo a la rosca del eje. El cilindro está recubierto de una lámina de estaño. Contra el cilindro descansa un brazo con la boquilla F. La sección de esta boquilla se muestra en una vista lateral.



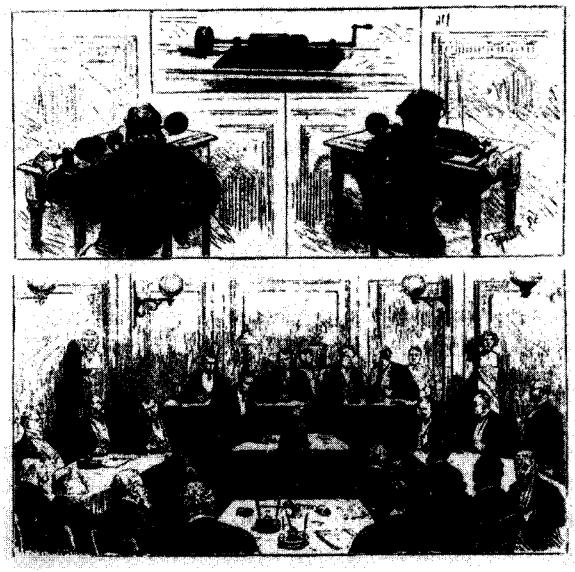
4.7 Vista lateral de la boquilla. La membrana A vibra por los sonidos que suenan delante de la boquilla. Estas vibraciones quedan grabadas en la lámina de estaño por medio de la aguja P. Así, la máquina está lista para registrar el sonido: se acerca la boca a la abertura del disco «y se habla a la lámina de metal mientras se gira del cilindro con un movimiento uniforme». Las vibraciones sonoras se traducen en un patrón de hoyuelos y bultitos en la lámina de estaño y de este modo se conservan de forma permanente. Para reproducir los sonidos, se retira el cabezal, se gira el cilindro a su posición inicial y se coloca de nuevo la aguja sobre el surco. Cuando la lámina de estaño empieza a girar, la aguja transmite las vibraciones a la membrana: «La consecuencia es que la lámina de hierro comunica las vibraciones que anteriormente sintió, y *te repite lo que le has dicho*».



4.6 Vista delantera del fonógrafo de Edison. Un eje horizontal con rosca atraviesa los soportes A y B, y gira y se desplaza poco a poco lateralmente cuando se da vueltas a la manivela D. La rueda volante E favorece el movimiento uniforme. Sobre el cilindro C hay un surco paralelo a la rosca del eje. El cilindro está recubierto de una lámina de estaño. Contra el cilindro descansa un brazo con la boquilla F. La sección de esta boquilla se muestra en una vista lateral.



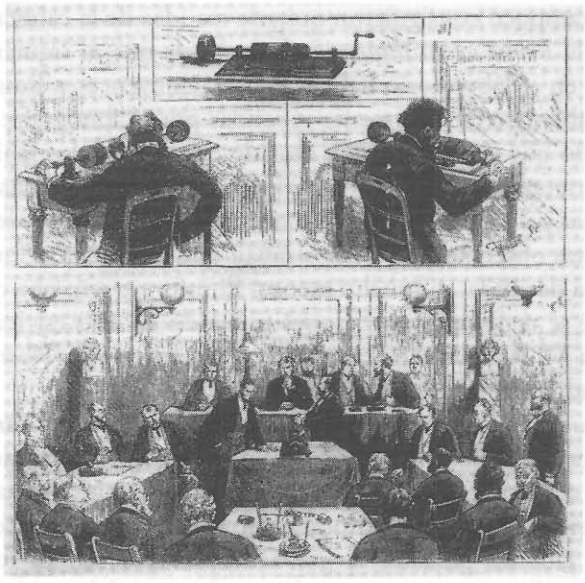
4.7 Vista lateral de la boquilla. La membrana A vibra por los sonidos que suenan delante de la boquilla. Estas vibraciones quedan grabadas en la lámina de estaño por medio de la aguja P. Así, la máquina está lista para registrar el sonido: se acerca la boca a la abertura del disco «y se habla a la lámina de metal mientras se gira del cilindro con un movimiento uniforme». Las vibraciones sonoras se traducen en un patrón de hoyuelos y bultitos en la lámina de estaño y de este modo se conservan de forma permanente. Para reproducir los sonidos, se retira el cabezal, se gira el cilindro a su posición inicial y se coloca de nuevo la aguja sobre el surco. Cuando la lámina de estaño empieza a girar, la aguja transmite las vibraciones a la membrana: «La consecuencia es que la lámina de hierro comunica las vibraciones que anteriormente sintió, y *te repite lo que le has dicho*».



4.8 Demostración del fonógrafo de Edison ante a Académie des Sciences, sesión del 11 de marzo de 1878.

(máquina parlante), y al principio sólo servía para almacenar la lengua hablada. Edison se encargó personalmente de realizar las primeras demostraciones. En *Scientific American* del 22 de diciembre de 1877 se narra cómo Edison entró en el local de la redacción y depositó en la mesa «un simple y pequeño artilugio» [71]. Después de dar vueltas a una manivela «la máquina se interesó por nuestra salud, nos preguntó si nos gustaba el fonógrafo, nos informó de que *ella* se encontraba bien, y nos deseó una agradable velada» [72]. En la primavera de 1878, Edison envió a sus emisarios por todo el mundo para que hicieran demostraciones de este asombroso invento, y difundió la noticia incluso fuera de los círculos científicos y técnicos. La demostración ante la Académie des Sciences, el 11 de marzo de 1878, se hizo célebre debido al incidente que ilustra en qué medida la idea de conservar el sonido iba en contra de las intuiciones vigentes (véase figura 4.8). Poco después de que el emisario de Edison se dirigiera a la asamblea diciendo: «Monsieur Phonograph présente ses hommages à l'Académie» y dejara que el fonógrafo repitiera estas palabras, el físico y médico Bouillaud (el ya citado alumno de Gall) se levantó de un salto, llamó timador al emisario y gritó que los sonidos provenían de un ventrílocuo. Posteriores de-

[71] Anónimo, «The talking Phonograph», *Scientific American*, 22 de diciembre de 1877, pp. 384-385.
[72] Anónimo, «Phonograph», p. 384.



4.8 Demostración del fonógrafo de Edison ante a Académie des Sciences, sesión del 11 de marzo de 1878.

(máquina parlante), y al principio sólo servía para almacenar la lengua hablada. Edison se encargó personalmente de realizar las primeras demostraciones. En *Scientific American* del 22 de diciembre de 1877 se narra cómo Edison entró en el local de la redacción y depositó en la mesa «un simple y pequeño artilugio» [71]. Después de dar vueltas a una manivela «la máquina se interesó por nuestra salud, nos preguntó si nos gustaba el fonógrafo, nos informó de que *ella* se encontraba bien, y nos deseó una agradable velada» [72]. En la primavera de 1878, Edison envió a sus emisarios por todo el mundo para que hicieran demostraciones de este asombroso invento, y difundió la noticia incluso fuera de los círculos científicos y técnicos. La demostración ante la Académie des Sciences, el 11 de marzo de 1878, se hizo célebre debido al incidente que ilustra en qué medida la idea de conservar el sonido iba en contra de las intuiciones vigentes (véase figura 4.8). Poco después de que el emisario de Edison se dirigiera a la asamblea diciendo: «Monsieur Phonograph présente ses hommages à l'Académie» y dejara que el fonógrafo repitiera estas palabras, el físico y médico Bouillaud (el ya citado alumno de Gall) se levantó de un salto, llamó timador al emisario y gritó que los sonidos provenían de un ventrílocuo. Posteriores de-

[71] Anónimo, «The talking Phonograph», *Scientific American*, 22 de diciembre de 1877, pp. 384-385.
[72] Anónimo, «Phonograph», p. 384.

mostraciones tampoco consiguieron quitarle esa idea de la cabeza. Unos meses más tarde, en la *Revue scientifique* se informaba de que ni siquiera las pruebas de replicación en el laboratorio habían logrado convencer a Bouillaud de que las palabras habladas eran realmente repetidas por el fonógrafo: en dos casos había observado que el orador había movido ligeramente los labios durante la repetición. Entretanto, sus propios experimentos le habían enseñado que se podían hacer sonar palabras a través de los orificios nasales, sin mover visiblemente la boca y estas observaciones demostraban que la «cuestión fonográfica» todavía no estaba decidida, ni mucho menos. El informe señalaba que Bouillaud insistía en que se realizaran repeticiones tomando las más estrictas precauciones: «Jusque-là M. Bouillaud ne croira pas au phonograph» (Hasta entonces, el señor Bouillaud no creerá en el fonógrafo) [73].

Tal como sucediera con la fotografía, costó mucho esfuerzo conseguir que lo registrado fuera duradero. Mientras las primeras fotografías palidecían al exponerlas a la luz, el surco fonográfico perdía rápidamente nitidez cuando se reproducía la grabación. Durante la reproducción, la aguja desgastaba el surco y después de unas cuantas pasadas, la grabación desaparecía. El fonógrafo sólo consiguió desarrollarse en una memoria convincente del sonido con la introducción de una cera (1887) suficientemente blanda como para grabar surcos y suficientemente sólida como para conservarlos. En 1889, el fonógrafo fue una gran atracción en la exposición universal de París (véase figura 4.9).

Por muy simples que fueran los primeros fonógrafos desde el punto de vista mecánico, la posibilidad de conservar el sonido causaba gran impresión en aquella época. *Nature* hablaba de «la maravilla acústica del siglo» [74]. En un artículo anónimo publicado en *Scientific American* se decía: «Por muy familiarizada que esté una persona con la maquinaria moderna y sus extraordinarios logros, o por muy claro que pueda ser para ella el principio de este extraño aparato, le resultará imposible oír el habla mecánica sin tener la sensación de que sus sentidos le están traicionando» [75]. El aparato abría posibilidades mágicas. El sonido podía transportarse por el espacio y el tiempo. La música, desde siempre la más efímera de las artes, pasaba —casi de la noche a la mañana— a ser reproducible. Las voces de cantantes famosos, afirmaba el anónimo en *Scientific American*, ya no tendrían por qué morir con ellos. Durante los interrogatorios cruzados en los tribunales se podría confrontar a los testigos con la repetición de su propio testimonio. El testador podría leer su propio testamento, para que no quedara ninguna duda sobre su estado mental. Ya era posible proyectar fo-

[73] *Revue scientifique*, 30 de septiembre de 1878, p. 358. El propio Bouillaud escribió sobre el fonógrafo el artículo «Remarques sur le phonographe et le téléphone», *Comptes rendus des séances de l'Academie des Sciences*, 87 (julio-diciembre de 1878), pp. 473-477.

[74] Mayer, «Edison», p. 469.

[75] Anónimo, «Phonograph», p. 385

4.9 El centenario de la Revolución francesa se celebró en 1889 con una exposición mundial en el ámbito de la ciencia y la técnica. En el puesto de Edison, el público que acudió en masa podía escuchar las grabaciones fonográficas a través de tubos de goma.

tografías estereoscópicas de personas sobre una pantalla ante el público; «añádase el fonógrafo parlante para falsificar las voces, y resultará difícil aumentar más la ilusión de la presencia real» [76]. El fonógrafo conservaba lo que hasta aquel momento era irrepetible, etéreo, momentáneo. Al igual que la fotografía, el invento de Edison era considerado un instrumento que quizás no acercara más la inmortalidad, pero por lo menos sabía suavizar las consecuencias de la temporalidad.

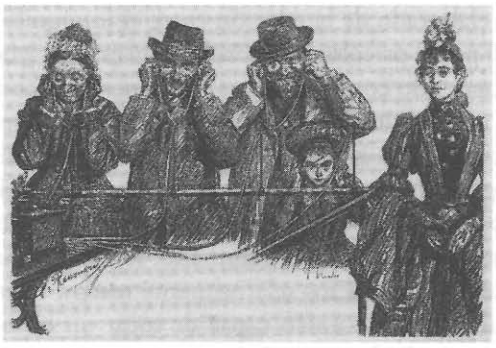
El cerebro como fonógrafo consciente

Dado que el fonógrafo se asociaba con la conservación y reproducción del sonido, con una memoria acústica, era sólo cuestión de tiempo para que el mismo invento se presentara como analogía en la elaboración de teorías sobre la memoria auditiva. Esto sucedió poco después de que se realizaran las primeras demostraciones y se publicaran los primeros artículos en la prensa popular. En su *Phonetical memory*, publicado en 1880, Appleby hablaba de las similitudes entre el fonógrafo y la memoria auditiva [77]. En aquel mismo año, Delboeuf elogiaba el fonógrafo como «un notable ejemplo de fijación» y describía la memoria como «un álbum de hojas fonográficas», dispuesto a reproducir lo que se había registrado en el pasado [78].

[76] Anónimo, «Phonograph», p. 385

[77] J. Appleby, *Phonetical memory*, Londres, 1880.

[78] J. Delboeuf, «Le sommeil et les rêves: leurs rapports avec la théorie de la mémorie», *Revue philosophique*, IX (1880), pp. 129-169; pp. 413-437 (160).



4.9 El centenario de la Revolución francesa se celebró en 1889 con una exposición mundial en el ámbito de la ciencia y la técnica. En el puesto de Edison, el público que acudió en masa podía escuchar las grabaciones fonográficas a través de tubos de goma.

tografías estereoscópicas de personas sobre una pantalla ante el público; «añádase el fonógrafo parlante para falsificar las voces, y resultará difícil aumentar más la ilusión de la presencia real» [76]. El fonógrafo conservaba lo que hasta aquel momento era irrepetible, etéreo, momentáneo. Al igual que la fotografía, el invento de Edison era considerado un instrumento que quizás no acercara más la inmortalidad, pero por lo menos sabía suavizar las consecuencias de la temporalidad.

El cerebro como fonógrafo consciente

Dado que el fonógrafo se asociaba con la conservación y reproducción del sonido, con una memoria acústica, era sólo cuestión de tiempo para que el mismo invento se presentara como analogía en la elaboración de teorías sobre la memoria auditiva. Esto sucedió poco después de que se realizaran las primeras demostraciones y se publicaran los primeros artículos en la prensa popular. En su *Phonetical memory*, publicado en 1880, Appleby hablaba de las similitudes entre el fonógrafo y la memoria auditiva [77]. En aquel mismo año, Delboeuf elogiaba el fonógrafo como «un notable ejemplo de fijación» y describía la memoria como «un álbum de hojas fonográficas», dispuesto a reproducir lo que se había registrado en el pasado [78].

[76] Anónimo, «Phonograph», p. 385
[77] J. Appleby, *Phonetical memory*, Londres, 1880.
[78] J. Delboeuf, «Le sommeil et les rêves: leurs rapports avec la théorie de la mémorie», *Revue philosophique*, IX (1880), pp. 129-169; pp. 413-437 (160).

El análisis más elaborado de la relación entre el fonógrafo y la memoria fue publicado en 1880 por el psicólogo y filósofo francés Jean-Marie Guyau [79]. Guyau introdujo el fonógrafo como metáfora de la memoria con algunas observaciones de carácter general: los razonamientos analógicos desempeñan un papel importante en la ciencia; los inventos tienen a menudo su origen en una metáfora; en la psicología, una ciencia todavía inmadura, las metáforas son una necesidad absoluta para comprender las funciones mentales: antes de *saber* algo, hemos de poder *imaginarlo*. El cerebro humano, según Guyau, se había comparado hasta entonces con artefactos relativamente toscos. Spencer se imaginaba el cerebro como un piano mecánico capaz de tocar un número indefinido de melodías; Taine comparaba la memoria con una imprenta que conserva los clichés de lo que se ha impreso. Semejantes metáforas describen el cerebro en reposo, pero no sirven para describir los aspectos dinámicos de una memoria que no contiene réplicas listas para usar, sino imágenes en potencia. Además, estas metáforas sólo explican la conservación y no la reproducción. Ambas objeciones son eliminadas por la metáfora del fonógrafo. Si se habla ante el fonógrafo, las vibraciones sonoras se traducen en un surco. Un proceso análogo tiene lugar en el cerebro: las impresiones sonoras graban en las células cerebrales «surcos invisibles» que hacen las veces de lechos de las corrientes nerviosas. Posteriores excitaciones seguirán de nuevo el curso del lecho, reproduciendo de este modo la percepción o la idea que ha originado la formación del lecho. Exactamente el mismo fenómeno se manifiesta en el fonógrafo cuando la aguja recorre un surco ya hecho: entonces surgen las mismas vibraciones sonoras que en la grabación. Si el fonógrafo tuviera conciencia, escribe Guyau, «al reproducir una melodía diría que recuerda esa melodía. Lo que para nosotros sería el efecto de un mecanismo relativamente sencillo, sería para el fonógrafo quizás una capacidad milagrosa, una memoria» [80]. Además, este fonógrafo imaginario podría discriminar entre nuevas impresiones y recuerdos ya grabados: la aguja encuentra menos resistencia al recorrer un surco existente que al grabar un nuevo surco. Lo que llamamos la facilidad de lo conocido, del recuerdo, coincide con la facilidad con que la aguja se desliza por el surco. Dejar volar la imaginación, la sucesión de imágenes sin esfuerzo, es la experiencia introspectiva que se corresponde con la trayectoria sin fricciones que siguen las corrientes neuronales en nuestro cerebro.

De hecho, afirma Guyau, en esta diferencia entre un surco que aún ha de ser grabado y un surco ya existente se evidencia el sorprendente parecido entre el

[79] J.-M. Guyau, «La mémoire et le phonographe», *Revue philosophique*, IX (1880), pp. 319-322. Este artículo se incluyó como capítulo 4 en el libro póstumo de Guyau *La genèse de l'idée de temps*, París, 1890. J. A. Michon, V. Pouthas, y J. L. Jackson (eds.) publicaron una nueva edición y una traducción inglesa, *Guyau and the idea of time*, Amsterdam/Oxford/Nueva York, 1988.

[80] Guyau, «Mémoire», p. 320.

fonógrafo y la memoria: ninguno de estos instrumentos es capaz de reproducir lo registrado con toda su sonoridad. La voz humana, recordada o grabada, tiene algo de incompleto y abstracto. Si el fonógrafo pudiera escucharse a sí mismo, oiría de inmediato la diferencia entre la verdadera voz y la voz reproducida. Otra similitud es que la velocidad de las vibraciones puede cambiar de forma drástica el carácter del material almacenado; si giramos más rápido la manivela, lograremos que los tonos sean más nítidos o más agudos. ¿No recuerda esto al funcionamiento de la atención, que también hace que las ideas poco claras vayan adquiriendo más nitidez? ¿Y no podría ello estar relacionado con las velocidades de vibración de las células cerebrales?

Pero también hay una diferencia. El fonógrafo no conoce la transición del movimiento a la conciencia: el surco metálico en el disco fonográfico «permanece silencioso para sí mismo» [81]. Esta transición es precisamente el misterio que tiene lugar sin cesar en nuestro cerebro. La metáfora del fonógrafo deja intacto el misterio de cuerpo y alma, escribe Guyau, pero quizás este misterio sea menos sorprendente de lo que parece. A fin de cuentas, alguien que escuche el fonógrafo registrará también en su conciencia las vibraciones sonoras: por lo visto el movimiento *sí puede* pasar a la conciencia. Además estos movimientos vienen del exterior para el oyente: para el cerebro será más fácil traducir sus propios movimientos, las vibraciones de las células cerebrales, en percepciones. Por ello, según Guyau, no es inexacto ni rebuscado considerar el cerebro como un fonógrafo infinitamente perfeccionado, *un phonographe conscient* [82].

Como vemos, el patrón se repite. De nuevo tenemos una técnica avanzada que pocos años después de su introducción se incorpora sin demasiada resistencia a la teoría psicológica; nuevamente se trata de una técnica con efectos públicos impresionantes; la técnica adquiere, también esta vez, la función de prueba material. Si una máquina puede traducir estímulos acústicos en huellas latentes, reproducibles, nuestro cerebro también podrá hacerlo. Mientras que Hooke, en 1682, tenía que recurrir aún a los ecos de los teatros de la Antigüedad, a los vasos cantantes y las cuerdas que resonaban por mor de una «simpatía» misteriosa, Guyau y Delboeuf, en 1880, pueden hacer referencia a una técnica diferenciada y completamente transparente desde el punto de vista teórico, para conservar y reproducir el sonido. Michon ha señalado que el uso de metáforas por parte de autores de orientación funcionalista como Guyau era una cuestión de pura necesidad: «En su deseo de describir y explicar las complejas relaciones funcionales de la mente, no suelen tener más opción que describir una arquitectura física, *cualquier* arquitectura física, que parezca capaz de soportar por lo menos parte del peso de la descripción funcionalista». Para ello, los funcionalis-

[81] Ibídem p. 322.
[82] Ibídem p. 322.

tas recurren a «la estructura de procesamiento de la información más intrincada que está a su disposición. Para Guyau era, por lo visto, el fonógrafo» [83].

Con su símil de la memoria como fonógrafo, Guyau esperaba no sólo analizar los procesos de la memoria, sino también especificar su relación con el cerebro. Las vibraciones de la aguja correspondían con las vibraciones de las células cerebrales, los surcos con las vías de asociación, las marcas de la lámina de estaño con las huellas neuronales latentes. Esta correspondencia exacta se ajustaba a la tradición de la fisiología mental. Sin embargo, esta tradición llegaría pronto a su fin. En 1880, cuando se publicó el artículo de Guyau, un joven profesor privado de filosofía, Hermann Ebbinghaus, había completado en Alemania una ardua serie de pruebas sobre la memoria en que el vínculo entre el recuerdo y el cerebro ya no desempeñaba papel alguno. Al cabo de unos años, estos experimentos darían una nueva orientación a la investigación de la memoria.

Hermann Ebbinghaus: la matematización de la memoria

Según la convención, la psicología de la memoria se inició en 1885, año en que se publicó *Über das Gedächtnis* de Ebbinghaus, pero esto es discutible. No hay razón alguna para hacer coincidir la psicología de la memoria con la investigación *experimental* de la memoria; además, antes de Ebbinghaus ya se habían realizado experimentos. Así, en 1740, Segner había diseñado un ingenioso experimento para medir la persistencia de la imagen [84]. Sujetó una brasa candente a una rueda —lo que actualmente se denomina «rueda de Segner»— y la hizo girar en la oscuridad. La brasa dejaba tras de sí una huella luminosa cuya longitud aumentaba con la velocidad de rotación. Segner aumentó la velocidad hasta lograr que el círculo se cerrara y a continuación calculó, a partir de la circunferencia y el número de vueltas, la permanencia de lo que actualmente se denomina «memoria icónica». También el fisiólogo alemán Weber realizó antes que Ebbinghaus investigaciones experimentales sobre procesos mnemónicos. En 1834 presentó sus estudios experimentales sobre la sensibilidad de los nervios a las sensaciones táctiles. Tocaba dos veces la piel con un objeto puntiagudo y luego registraba la exactitud con que el sujeto de experimentación podía estimar la distancia entre dos contactos, en función del lapso de tiempo transcurrido entre los dos contactos [85]. Por tanto, si bien Ebbinghaus no marcó el principio del estudio experimental de la memoria (una posición que nunca reivindicó para sí), sí le corresponde el honor de ser el primero en diseñar y realizar un *programa* experimental.

[83] J. A. Michon, «Guyau's idea of time: a cognitive view», Michon, y otros (eds.), *Guyau*, p. 174.
[84] J. A. Segner, *De raritate luminis*, Göttingen, 1740, pp. 1-12.
[85] H. Gundlach, «Über das Gedächtnis und der Weg dorthin», W. Traxel, y H. Gundlach (red.), *Ebbinghaus- Studien I*, Passau, 1986, pp. 23-40.

En un principio, Hermann Ebbinghaus (1850-1909) estudió psicología, pero más tarde se sintió atraído por la filosofía [86]. Se doctoró en 1873 con una disertación sobre el concepto del «inconsciente» [87]. En 1869, el año en que falleció Carus, el filósofo Eduard von Hartmann había publicado su *Philosophie des Unbewussten*, un compendio de lo que en el medio siglo precedente se había publicado sobre los procesos inconscientes de la naturaleza orgánica y la mente humana [88]. Un tema recurrente era que cada proceso accesible a la conciencia implica una multitud de procesos que no son accesibles y que por tanto han de situarse en el subconsciente. Un proceso simple y aparentemente transparente como reconocer era en realidad el resultado de un «inmenso aparato» de actividades mentales ocultas [89]. La conciencia, afirmaba von Hartmann, conoce los resultados, no los procesos en sí [90]. Ebbinghaus criticó duramente el trabajo de von Hartmann, que estaba muy influenciado por Carus y que pertenecía a la tradición filosófico-literaria. Él reivindicaba para la psicología el estatus de ciencia natural. La premisa de que casi todos los procesos psíquicos se desarrollan en lo oculto parecía poco fértil para una investigación cuantitativa.

Entre 1875 y 1878, Ebbinghaus permaneció en Francia e Inglaterra. Durante estos años hizo un descubrimiento que le llevó a pensar que la memoria podía ser accesible para la investigación científica. En una tienda londinense de libros viejos encontró el libro de Fechner *Elemente der Psychophysik* (1860), donde el autor enumeraba una serie de experimentos sobre la relación entre estímulo y percepción. Fechner había logrado formular —en leyes cuantitativas— la relación entre la intensidad de los estímulos físicos y la intensidad de las percepciones. Ebbinghaus esperaba conseguir lo mismo con los procesos mnemónicos.

Si la psicología quiere convertirse en una ciencia, pensaba Ebbinghaus, habrá que encontrar un lugar en el mundo de los procesos psíquicos en el que puedan activarse «las poderosas palancas de la investigación natural exacta, el experimento y la medición» [91]. En el estudio de la memoria hay dos factores que parecen apropiados para ello: el *tiempo* que transcurre entre presentación y reproducción, y el número de *repeticiones* necesarias para aprender algo. La experiencia demuestra que un poema que se haya aprendido de memoria —pero que luego se ha olvidado en parte— puede aprenderse de memoria por segunda vez con menos esfuerzo. Este «ahorro» disminuye a medida que aumenta el lap-

[86] D. Shakow, «Hermann Ebbinghaus», *American Journal of Psychology*, 42 (1930), 4, pp. 505-518; contiene una bibliografía de Ebbinghaus.
[87] H. Ebbinghaus, *Über die Hartmannsche Philosophie des Unbewussten*, Düsseldorf, 1873.
[88] E. von Hartmann, *Philosophie des unbewussten*, Berlín, 1869, ed. 1870.
[89] Von Hartmann, *Philosophie*, p. 252.
[90] Ibídem, p. 253.
[91] Ebbinghaus, *Gedächtnis*, V.

so de tiempo entre la primera y segunda vez que se aprende el poema. Para cuantificar esta relación, el aprendizaje de un poema no es el método adecuado: el sujeto de experimentación se distraerá por sus asociaciones y por ello recordará uno mejor que otro. Para lograr una exactitud verdadera, y acceder a las leyes puras de la memoria, es necesario disponer de un material homogéneo. Para ello, Ebbinghaus escribió más de 2.300 sílabas en fichas, compuestas cada una de una vocal entre dos consonantes que (en alemán) carecían de significado, como «bif» y «lep». Elaborando series de ocho, doce o más sílabas sin sentido, Ebbinghaus obtuvo estímulos lo más uniformes posibles, esperando con ello descifrar los mecanismos puros de la memoria; eliminar asociaciones le permitía, en palabras de Bem, «empezar cada vez con un pedazo de memoria depurado» [92].

Los experimentos se prolongaron durante varios años y fueron llevados a cabo por un único director —Ebbinghaus—con un único sujeto de experimentación —Ebbinghaus. Se realizaban siempre de la misma manera. Ebbinghaus barajaba las fichas, escogía un número previamente determinado y anotaba una serie de sílabas sin sentido en un cuaderno. A continuación leía la serie a un ritmo constante y la repetía hasta que era capaz de reproducirla correctamente. Después de un intervalo elegido de acuerdo con un esquema —que podía variar entre 20 minutos, y seis o incluso 31 días— volvía a aprender la lista y calculaba cuántas repeticiones menos le costaba que la primera vez. Este «método de ahorro» le proporcionó una medida de la retención. Combinando los resultados de cientos de pruebas, Ebbinghaus trazó su famosa «curva del olvido». La constatación global de que se olvida a medida que transcurre el tiempo entre el aprendizaje y el reaprendizaje fue precisada por Ebbinghaus en una curva que presenta diferentes porcentajes de descenso en diversos puntos del eje temporal. En los primeros 20 minutos, la curva desciende con mucha rapidez, para disminuir un poco después de una hora y pasar a un descenso gradual, casi plano, al cabo de un día. Con pruebas similares, Ebbinghaus estudió entre otras cosas la velocidad de aprendizaje en función del número de sílabas sin sentido de la serie, la retención en función del número de repeticiones, y la diferencia entre aprender de forma espaciada y «empollar». Asimismo, a partir de seis estrofas del *Don Juan* de Byron investigó en qué medida es más fácil aprender de memoria un material que sea rico en rima y ritmo [93]. Ebbinghaus adjudicaba una formulación matemática a cada uno de estos factores, con curvas o fórmulas.

[92] S. Bem, *Het bewustzijn te lijf*, Amsterdam/Meppel, 1985, p. 263.

[93] Ebbinghaus, *Gedächtnis*, pp. 110-122; el tiempo necesario para aprender de memoria ochenta sílabas de Byron equivalía tan sólo a una décima parte del tiempo necesario para aprender ochenta sílabas sin sentido.

Ebbinghaus no publicó el primer informe de estos ensayos, escrito en 1880 [94]. En 1883 —cuando ya era profesor no numerario de la Universidad de Berlín— repitió todos los experimentos y en 1885 se publicó su memorable monografía. En el prefacio del informe de los resultados, Ebbinghaus presentó una extensa disertación metodológica en la que formulaba los principios estadísticos y experimentales que posteriores psicólogos de la memoria aceptarían como cánones para sus investigaciones. Las reseñas elogiaron desde el principio la heroicidad de sus esfuerzos, pero consideraban que los resultados eran poco notables. Las «leyes» que había formulado Ebbinghaus, opinaba el crítico de *Mind,* «no creo que consigan incendiar el Spree» [95]. La opinión generalizada era que el mérito residía sobre todo en la demostración de que también era posible investigar experimentalmente un proceso psíquico «superior» como la memoria. Este nuevo giro fue acogido por algunos como un punto de inflexión de dimensiones históricas. Según Titchener, alumno de Wundt, la sílaba sin sentido era nada más y nada menos que «el avance más considerable en este capítulo de la psicología, desde la época de Aristóteles» [96].

La psicofísica de la memoria de Ebbinghaus había conseguido expresar las relaciones entre el recuerdo y el olvido en medida y número, y de este modo se abría un nuevo terreno para la investigación. Ebbinghaus dejó en manos de otros la explotación de este terreno. En el laboratorio de psicología de Göttingen, Müller y sus colaboradores emprendieron una larga serie de experimentos, concentrándose en la formación de asociaciones, el efecto de la ordenación en el material a aprender y la mejora del aprendizaje espaciando las repeticiones. Müller —o mejor dicho su mujer— fue también quien descubrió la inhibición retroactiva, las interferencias causadas por el material aprendido posteriormente sobre el material aprendido antes: la señora Müller se quejó de que sus recuerdos de la primera lista se desvanecían después de haber aprendido una segunda lista [97]. En otros laboratorios, como el de la Sorbona, se sustituyó la sílaba sin sentido por material con sentido, como frases enteras, y los experimentos se orientaron hacia las consecuencias prácticas para la enseñanza [98]. Pronto, la investigación de la memoria entró en contacto con la psicología de las diferencias individuales —diferencias de personalidad, talento, inteligencia, sexo y edad—, lo cual dio pie a un gran número de estudios comparativos. Casi inmediatamente después del trabajo pionero de Eb-

[94] H. Ebbinghaus, *Urmanuskript «Über das Gedächtnis»*, Passau, 1983.

[95] J. Jacobs, *Mind*, 10 (1885), pp. 454-459 (458). El río Spree atraviesa Berlín, la ciudad donde en 1885 residía Ebbinghaus.

[96] E. B. Titchener, *Textbook of psychology*, Nueva York, 1910, pp. 380-381.

[97] G. E. Müller, y A. Pilzecker, «Experimentelle Beiträge zur Lehre von Gedächtnis», *Zeitschrift für Psychologie*, Ergänzungsband (1900), 1, pp. 1-300.

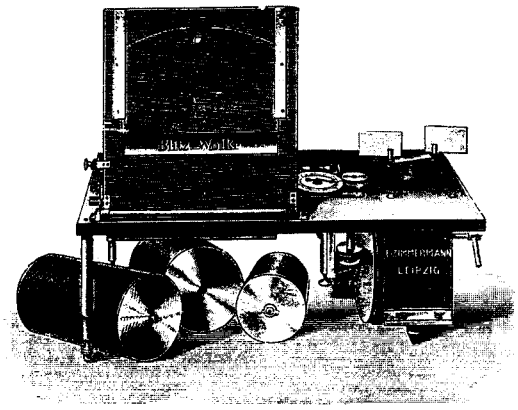
[98] A. Binet, y V. Henri, «La mémoire des phrases», *L'Année psychologique*, (1894), 1, pp. 24-59.

binghaus, el estudio de la memoria experimentó una rápida expansión temática y geográfica.

Esta expansión también se evidenció en el ámbito de los métodos y las técnicas. *Über das Gedächtnis* había sido el trabajo de un solo hombre y su memoria, pero sus seguidores disociaron la unión personal entre investigador e investigado. La primera generación de psicólogos de la memoria separaron el sujeto de experimentación del director del experimento [99]. Al tiempo, mecanizaron el contacto entre ambos, es decir, el experimento. Si bien Ebbinghaus había realizado por sí solo las pruebas sin más recursos que un cuaderno y un reloj de bolsillo, después de él se desarrolló una imponente tecnología experimental. A finales de siglo, los catálogos de los fabricantes de instrumentos psicológicos, incluían grabados de todo tipo de *Gedächtnis-Apparate* y *Mnemometers* (fig. 4.10). Eminentes psicólogos de la memoria como Müller, Pilzecker, Wirth, Ach y Ranschburg dieron su nombre a aparatos que, en combinación o no con metrónomos, cronoscopios y otros instrumentos de alta tecnología de los primeros años de la psicología experimental, generaban estímulos normalizados. El material a aprender se registraba en discos, cilindros o rollos de papel y, a partir de entonces, los estímulos giraban y se deslizaban a velocidades medidas hasta las décimas de segundo ante los ojos de los sujetos de experimentación. Sus reacciones se registraban también con una exactitud de hasta una décima de segundo y se introducían en una maquinaria estática refinada que ordenaba los datos en curvas y tablas. Toda esta parafernalia ayudó a dar a la psicología de la memoria el prestigio de una ciencia natural: una materia experimental, que podía cuantificarse, y se practicaba con instrumentos que hacían posible mediciones exactas, una materia que —tal como había esperado Ebbinghaus— ofrecía asideros para las «potentes palancas de la investigación natural exacta». En los primeros diez o quince años tras la publicación de *Über das Gedächtnis*, la investigación de la memoria adquirió los rasgos que ha conservado hasta hoy.

Cabría suponer que la drástica matematización a la que Ebbinghaus sometió a la memoria conllevara una disminución o incluso una sustitución de las metáforas en la descripción de los procesos mnemónicos. Hojeando *Über das Gedächtnis* parece como si las curvas, tablas y fórmulas hubiesen desterrado el lenguaje figurado. Ebbinghaus se esmeró en reforzar esta impresión. En la introducción escribe que los psicólogos suelen recurrir a todo tipo de metáforas, como «imágenes grabadas» y «caminos trillados» que tienen en común que son deficientes. Él mismo intentaba evitar al máximo el uso de descripciones metafóricas y procuraba limitarse a lo que, en su ingenua confianza en sí mismo, llamaba «das tatsächliche Verhalten» (el comportamiento efectivo) [100]. Lo consiguió en

[99] H. Gundlach, «Experimentelle Gedächtnisforschung», J. Clair y otros (red.) *Wunderblock*, pp. 351-355.
[100] Ebbinghaus, *Gedächtnis*, p. 7.

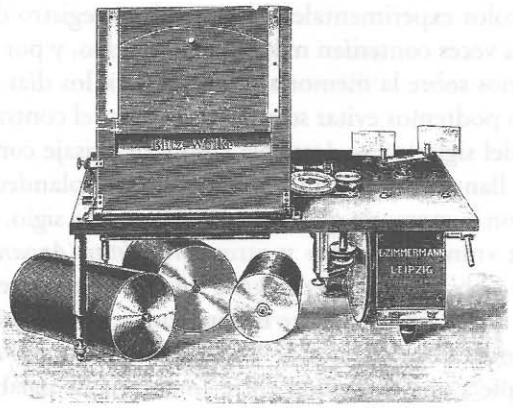


4.10 En el catálogo de 1903, el fabricante de instrumentos Zimmermann presentó en Leipzig un aparato rotatorio para la investigación de la memoria, según un diseño de Müller y Pilzecker. Un reloj, cuyo movimiento puede regularse por medio de aspas, hace girar un cilindro sobre el cual se han fijado listas con palabras de estímulo. Un contador registra el número de rotaciones. El sujeto experimental aprende las parejas de palabras que van pasando por la ventanilla. Cerrando la parte izquierda o derecha de la ventanilla es posible poner a prueba posteriormente la capacidad de asociación entre palabras.

las partes metodológicas y experimentales de su monografía, pero en los pasajes teóricos también Ebbinghaus incurrió sin proponérselo en las consabidas metáforas de la memoria. A la hora de formular *explicaciones* era inevitable recurrir al lenguaje figurado. Así, para Ebbinghaus las asociaciones eran como «hilos» tejidos entre los elementos de una serie, cuya «fuerza» variaba según la distancia entre ellos [101]. Asimismo, Ebbinghaus utilizó la metáfora de la memoria como un registro de huellas. Según él, las series de imágenes «se iban atrincherando» por medio del aprendizaje repetido, olvidar era la consecuencia de que las huellas «palidecieran» o bien «se desintegraran» [102]. La metáfora implícita en su trabajo es de hecho la de la tablilla de cera de Platón, y los experimentos que realizaba, escriben Marshall y Fryer, formularon cuantitativamente un modelo tradicional de «*stamping-in*» (estampado) [103].

Si por un lado intentamos imaginar la febril actividad de un laboratorio de la memoria de finales de siglo, los aparatos que presentan palabras de estímulo,

[101] Ibídem, pp. 128-129.
[102] Ibídem, p. 71.
[103] J. C. Marshall, y D. M. Fryer, «Speak memory! An introduction to some historic studies of remembering and forgetting», M. M. Gruneberg, y P. E. Morris (eds.), *Aspects of memory*, Londres, 1978, pp. 1-25.



4.10 En el catálogo de 1903, el fabricante de instrumentos Zimmermann presentó en Leipzig un aparato rotatorio para la investigación de la memoria, según un diseño de Müller y Pilzecker. Un reloj, cuyo movimiento puede regularse por medio de aspas, hace girar un cilindro sobre el cual se han fijado listas con palabras de estímulo. Un contador registra el número de rotaciones. El sujeto experimental aprende las parejas de palabras que van pasando por la ventanilla. Cerrando la parte izquierda o derecha de la ventanilla es posible poner a prueba posteriormente la capacidad de asociación entre palabras.

las partes metodológicas y experimentales de su monografía, pero en los pasajes teóricos también Ebbinghaus incurrió sin proponérselo en las consabidas metáforas de la memoria. A la hora de formular *explicaciones* era inevitable recurrir al lenguaje figurado. Así, para Ebbinghaus las asociaciones eran como «hilos» tejidos entre los elementos de una serie, cuya «fuerza» variaba según la distancia entre ellos [101]. Asimismo, Ebbinghaus utilizó la metáfora de la memoria como un registro de huellas. Según él, las series de imágenes «se iban atrincherando» por medio del aprendizaje repetido, olvidar era la consecuencia de que las huellas «palidecieran» o bien «se desintegraran» [102]. La metáfora implícita en su trabajo es de hecho la de la tablilla de cera de Platón, y los experimentos que realizaba, escriben Marshall y Fryer, formularon cuantitativamente un modelo tradicional de «*stamping-in*» (estampado) [103].

Si por un lado intentamos imaginar la febril actividad de un laboratorio de la memoria de finales de siglo, los aparatos que presentan palabras de estímulo,

[101] Ibídem, pp. 128-129.
[102] Ibídem, p. 71.
[103] J. C. Marshall, y D. M. Fryer, «Speak memory! An introduction to some historic studies of remembering and forgetting», M. M. Gruneberg, y P. E. Morris (eds.), *Aspects of memory*, Londres, 1978, pp. 1-25.

los rígidos protocolos experimentales, el meticuloso registro de las reacciones, los informes que a veces contenían más tablas que texto, y por otro recordamos los ensayos literarios sobre la memoria publicados en los días de esplendor del romanticismo, no podremos evitar sorprendernos por el contraste. La memoria que a principios del siglo XIX se describía como un paisaje con bosques y arroyos, barrancos y llanuras, espejismos y estanques resplandecientes, no tiene nada en común con la memoria que, a finales del mismo siglo, era sometida a la investigación con «mnemómetros» y otros *Gedächtnis-Apparate*. Las publicaciones de Carus y Ebbinghaus parecen girar sobre un eje diferente.

Este contraste existe también entre Ebbinghaus y otros autores decimonónicos sobre la memoria. Los esfuerzos de Broca por encontrar el *locus* neurológico del habla dieron pie a una distinción entre «memoria de palabras» y «memoria de motricidad del habla». Distinciones como esta no desempeñaban papel alguno en la matematización de la memoria propugnada por Ebbinghaus. Lo mismo puede decirse de tratados como los de Guyau. Sus intentos de ofrecer, a través del fonógrafo, una imagen gráfica del modo en que la memoria del sonido podía vincularse con los procesos cerebrales, eran, desde el punto de vista de Ebbinghaus, totalmente irrelevantes. En la investigación experimental sobre la memoria, lo que contaba era la medida y el número, y no el vínculo entre recuerdos y neuronas. Visto así, parece como si el trabajo de Ebbinghaus a finales de siglo hiciera las veces de embudo para estrechar la diversidad de tradiciones románticas, literarias y neurológicas hasta conseguir la uniformidad de las leyes mnemónicas formales. Esta idea es errónea. Cada una de estas tradiciones tuvo su continuación: en el arte, la filosofía, la psiquiatría y, en algunos casos, en la psicología. Pero también es errónea la tesis, que podemos encontrar en la *preface history* de muchos manuales actuales, de que el estudio de la memoria *se inició* al convertirla en un material experimental y matemáticamente manejable. El trabajo de Ebbinghaus fue ante todo el *punto final* de una época.

CAPÍTULO 5

UN ESPEJO CON MEMORIA

O Mister Daguerre! Sure you're not aware
Of half the impresions you're making[1].
[¡Oh señor Daguerre! No sabe usted bien / cuánta impresión está causando]

El ojo humano es una esfera acuosa, aglutinada por membranas, que descansa en una cavidad ósea y semicircular. La membrana conjuntiva, el iris y la córnea en la parte delantera de la lente, y el cristalino, la retina y la coroides al otro lado, tensadas en torno a tres cámaras humorosas, cada una con paredes transparentes, logran el milagro óptico: conducen la luz hacia el interior y, en un complicado proceso de refracción y reducción, le dan una forma que permite que sea procesada por el cerebro. Una vez sobre la retina, que a su vez está compuesta de diez capas de células microscópicas y es en realidad una finísima capa de tejido cerebral, los procesos fotoquímicos transforman el estímulo óptico en un patrón de neuronas conductivas y la «imagen» se convierte en un código neuronal. El proceso de ver empieza con impulsos ópticos y acaba con impulsos eléctricos. Darwin clasificaba el ojo entre los «órganos con un grado extremo de perfección y complicación»; ni siquiera Darwin era capaz de imaginar que el ojo fuera el fruto de un proceso de ciega evolución[2].

El ojo se vio rodeado pronto de accesorios y prótesis ópticos. En la Edad Media se pulían cristales para fabricar lupas y lentes. Gracias a las lentes de microscopios y telescopios, el ojo podía penetrar en escalas espaciales inaccesibles

[1] Las primeras líneas de una canción anónima que circulaba en Londres en agosto de 1839; citada en H. y A. Gernsheim, *L. J. M. Daguerre*, Nueva York, 1968. p. 105.
[2] Cuatro meses después de la publicación del *Origin of species*, Darwin escribió a su amigo Asa Gray que el ojo le producía escalofríos: «The eye to this day gives me a cold shudder». Citado en J. H. van den Berg, *Koude rillingen over de rug van Charles Darwin*, Nijkerk, 1984, p. 233.

a simple vista. Los prismas descomponían la luz natural en todos los colores del arco iris. Mirando a través del cristal tintado se podía ver el mundo del color deseado. Los espejos planos duplicaban la imagen visual, los espejos convexos y cóncavos la deformaban, los cilindros reflectores transformaban las caprichosas formas de una anamorfosis en una figura reconocible. En torno a 1800 había todo un abanico de posibilidades para manipular la experiencia visual, para aumentar y reducir, prolongar o recortar, colorear o duplicar a voluntad las percepciones.

Los demás sentidos carecían y carecen de recursos como la lente. Sólo se puede reforzar el estímulo para el oído, pero para lo que saboreamos, olemos o tocamos hemos de apañárnoslas con el sentido sin más. No hay gafas para oler mejor, ni espejos para duplicar el sabor, ni cristal tintado para cambiar lo que sentimos, no hay prismas que fragmenten los olores cotidianos en un espectro de aromas. El tacto, el olfato y el gusto están siempre desarmados.

El ojo, como el primero de los sentidos, se utiliza en el lenguaje metafórico para describir las actividades mentales superiores. Para los clásicos, la razón era la luz natural, la *lumen naturale*; cuando se tiene una idea luminosa se enciende una luz. En muchas lenguas, «ver» tiene el significado secundario de «comprender», del mismo modo que «visión» y «lucidez» proceden de estos mismos orígenes. Hablamos de la luz de la razón y de un entendimiento claro. El vidente es un sabio, incluso si es —arquetipo de la literatura— ciego. También la introspección, literalmente «observación interior», es un proceso seudovisual, al igual que la reflexión, el pensamiento reflexivo. El ojo es el único sentido que tiene una pareja interior con la «visión interior».

Ryle designó este tipo de metáforas con el término «paraóptica»: dan una imagen de la conciencia como un recinto fantasmal en que se proyectan imágenes seudosensoriales [3]. Las teorías sobre la memoria visual siempre han recurrido a esta paraóptica. De la relación entre las imágenes que aparecen en la retina y la conservación de recuerdos visuales surgieron representaciones inspiradas por los procesos ópticos procedentes de la física —como las sustancias fosforescentes de Hooke— o por aparatos ópticos. En 1747, Lamettrie escribía en una exposición sobre la memoria visual que el cerebro era «una pantalla de médula» sobre la cual «se proyectaban los objetos dibujados en el ojo como por una linterna mágica» [4]. Un siglo más tarde, con el descubrimiento de la fotografía llegó una nueva técnica revolucionaria para conservar las imágenes. A partir de mediados del siglo XIX, cuando gracias a los avances en la fotoquímica y las mejoras en la fabricación de cámaras se pudieron exhibir públicamente en fotografías nítidas y que no se volvían borrosas, en los tratados sobre la memoria visual

[3] G. Ryle, *The concept of mind* (1949), Londres, 1978, p. 135.
[4] J. O. de Lamettrie, *L'homme machine*, Leiden, 1747; ed. *De mens een machine*, Amsterdam, 1978, p. 49.

fueron apareciendo metáforas fotográficas de todo tipo que poco a poco transformaron el cerebro humano en una placa sensible, la memoria en un álbum lleno de fotos mudas, la conciencia en una galería con largas filas de daguerrotipos y talbotipos, ambrotipos y calotipos colgados de las paredes. Hasta el descubrimiento de la cinematografía, en 1895, la fotografía fue la metáfora dominante en la paraóptica de la mente.

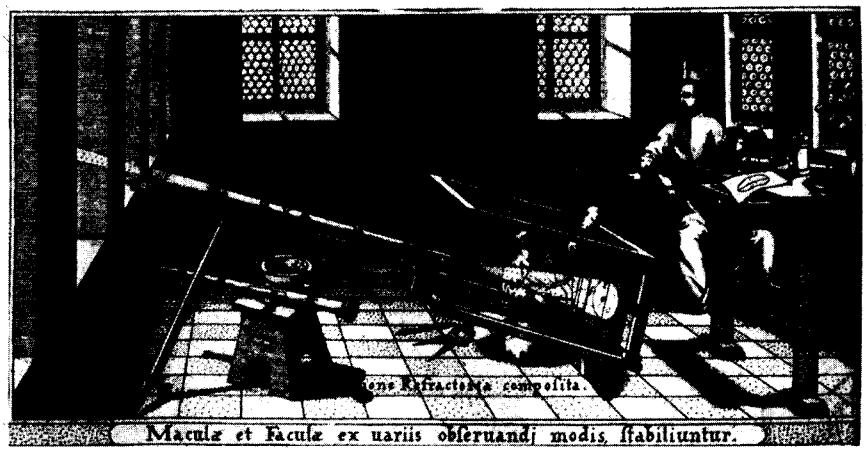
Pero empecemos por el principio.

La cámara oscura

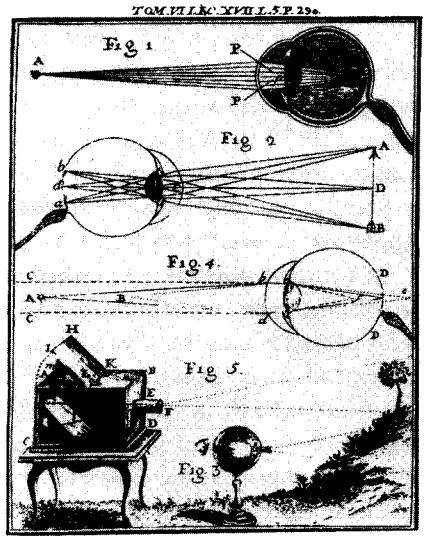
En su versión más simple, la cámara oscura es una pequeña cámara oscurecida con un orificio en una de sus paredes. Cuando la luz es clara, los rayos que penetran por el orificio proyectan en la pared opuesta una imagen del mundo exterior. La proyección está boca abajo, y las mitades —izquierda y derecha— invertidas. La enorme reducción del formato y la intensidad de la luz convertían las cámaras oscuras en recursos idóneos para realizar observaciones astronómicas (véase figura 5.1). El dibujo más antiguo de una cámara oscura puede encontrarse en la obra de Gemma Frisius, que con este instrumento observó el eclipse de sol del 24 de enero de 1544. Alrededor de 1560, la cámara oscura tenía un diseño que apenas cambiaría hasta el siglo XVIII: en el orificio había una lente y un diafragma que tenían por objeto unir los rayos y dosificar la cantidad de luz. Estos dos refinamientos hicieron posible reducir el tamaño de la cámara oscura hasta conseguir un formato portátil. Los ejemplares más pequeños, en los que la imagen se proyectaba sobre un cristal opalino a través de un espejo, ya se parecían mucho a las primeras cámaras fotográficas.

A principios del XVII se produjo un cambio que la historiadora A. Maier llamó acertadamente «la mecanización de la visión del mundo» [5]. En los libros de anatomía, los aparatos y las técnicas mecánicas —como las bombas y las poleas— servían de analogías de la musculatura, el sistema óseo y los órganos. En el marco de esta tradición, la cámara oscura se convirtió en un símil del ojo (véase figura 5.2). Kepler sabía ya que en la parte posterior del ojo, sobre la retina, aparece una imagen invertida de lo que el ojo «ve» en la parte delantera. En su «Dioptrique», Descartes detalló la comparación entre la cámara oscura y el ojo. El orificio en la pared correspondía a la niña del ojo, la lente de cristal al humor vítreo y la pantalla de lino blanco sobre la cual se proyectaba la imagen, a la retina. Uno podía convencerse de ello, escribía Descartes, tomando el ojo de una persona recién fallecida (o en su caso el ojo de un animal grande, como un buey) y separando las membranas posteriores. A continuación, si se envuelve el

[5] A. Maier, *Die Mechanisierung des Weltbilds im 17. Jahrhundert*, Leipzig, 1938.

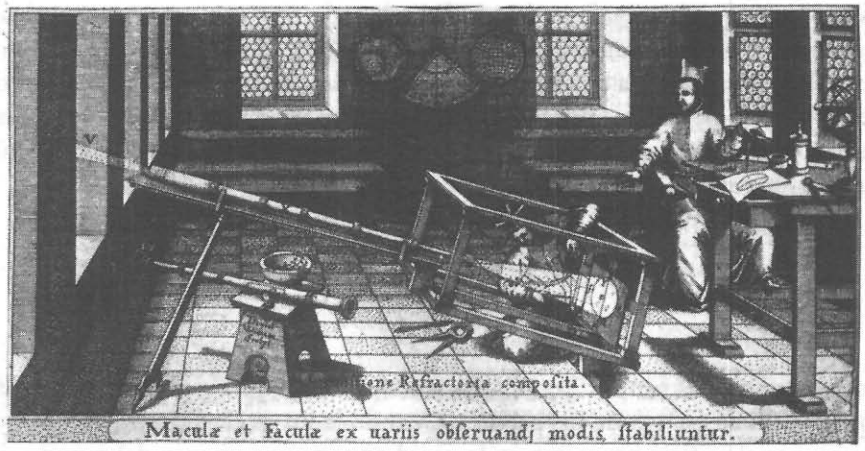


5.1 Una cámara oscura como instrumento de observación astronómico.

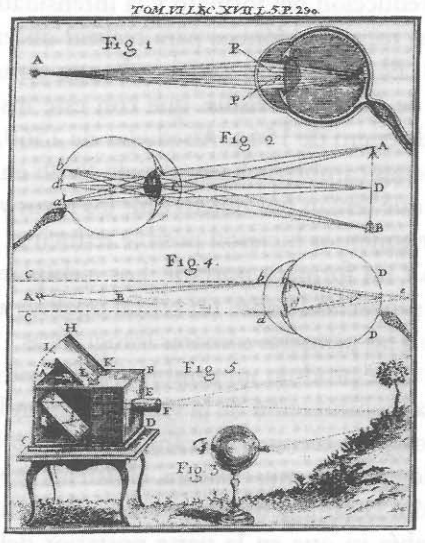


5.2 La cámara oscura como analogía de los procesos ópticos en el ojo humano.

ojo en un pedazo de papel, se pasa a una habitación oscura y se deja pasar la luz solamente a través del ojo, se acabará viendo —«posiblemente con asombro y satisfacción»— sobre la retina una pequeña imagen en perspectiva. Apretando con suavidad el ojo, es posible alargar o acortar a voluntad la imagen. En el dibujo de este procedimiento, que Descartes hizo incluir, se representa al observador en una cámara oscura (con un sombreado de rayas), absorto en la contemplación de la imagen en la retina (véase figura 5.3).

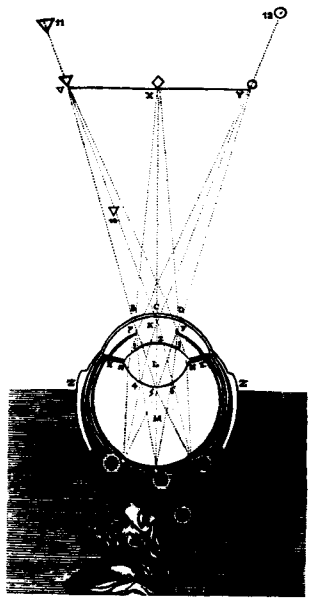


5.1 Una cámara oscura como instrumento de observación astronómico.



5.2 La cámara oscura como analogía de los procesos ópticos en el ojo humano.

ojo en un pedazo de papel, se pasa a una habitación oscura y se deja pasar la luz solamente a través del ojo, se acabará viendo —«posiblemente con asombro y satisfacción»— sobre la retina una pequeña imagen en perspectiva. Apretando con suavidad el ojo, es posible alargar o acortar a voluntad la imagen. En el dibujo de este procedimiento, que Descartes hizo incluir, se representa al observador en una cámara oscura (con un sombreado de rayas), absorto en la contemplación de la imagen en la retina (véase figura 5.3).

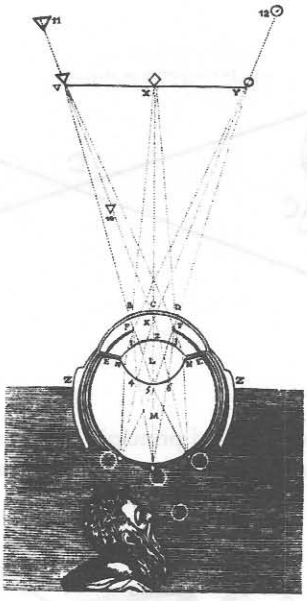


5.3 Visión de Descartes del ojo como cámara oscura.

Dado que las trayectorias ópticas se cruzan en el ojo, se invierten tanto izquierda y derecha como arriba y abajo (véase figura 5.4), pero esta inversión no suponía problema alguno para Descartes. En su teoría de la percepción, los estímulos luminosos eran patrones de movimiento y la «imagen» era procesada como movimiento por los nervios ópticos. En el *Traité de l'homme*, Descartes incluyó un dibujo de la visión binocular en el que la flecha vertical ABC proyecta en ambos ojos una imagen invertida (véase figura 5.5). Estas imágenes producen vibraciones en los nervios que conducen a la glándula pineal, la sede del alma. Los nervios de lugares correspondientes en ambos ojos convergen en un único punto en la glándula pineal y además están unidos *en cruz* con la glándula, por lo que las imágenes llegan unidas y en posición vertical. De este modo, el alma recibe una proyección integrada y vertical de la flecha ABC, reducida a abc. Esta miniaturización de la experiencia visual, manteniendo la orientación espacial correcta, era una ingeniosa respuesta neuropsicológica al problema de la imagen invertida en una cámara oscura [6].

En el siglo posterior a Descartes, la técnica encontró los medios para solventar este problema. Con ayuda de espejos y prismas se enderezaba la imagen de

[6] Sobre la relación entre la teoría de la percepción de Descartes y la cámara oscura, véase W. van Hoorn, *As images unwind*, Amsterdam, 1972. Sólo el nautilo, un molusco cefalópodo, tiene un ojo que es realmente una cámara oscura: una retina detrás de una simple abertura en la piel.

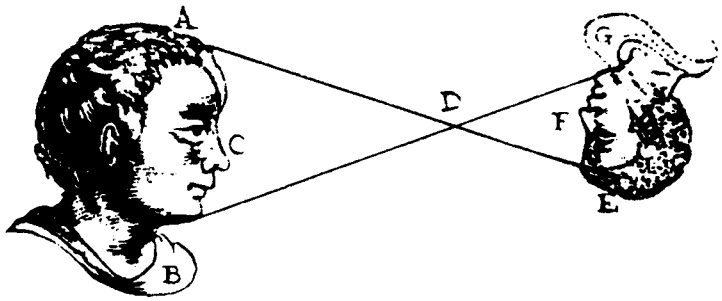


5.3 Visión de Descartes del ojo como cámara oscura.

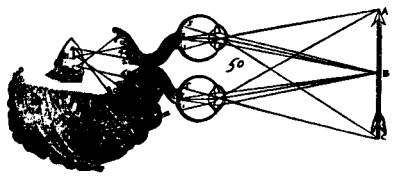
Dado que las trayectorias ópticas se cruzan en el ojo, se invierten tanto izquierda y derecha como arriba y abajo (véase figura 5.4), pero esta inversión no suponía problema alguno para Descartes. En su teoría de la percepción, los estímulos luminosos eran patrones de movimiento y la «imagen» era procesada como movimiento por los nervios ópticos. En el *Traité de l'homme*, Descartes incluyó un dibujo de la visión binocular en el que la flecha vertical ABC proyecta en ambos ojos una imagen invertida (véase figura 5.5). Estas imágenes producen vibraciones en los nervios que conducen a la glándula pineal, la sede del alma. Los nervios de lugares correspondientes en ambos ojos convergen en un único punto en la glándula pineal y además están unidos *en cruz* con la glándula, por lo que las imágenes llegan unidas y en posición vertical. De este modo, el alma recibe una proyección integrada y vertical de la flecha ABC, reducida a abc. Esta miniaturización de la experiencia visual, manteniendo la orientación espacial correcta, era una ingeniosa respuesta neuropsicológica al problema de la imagen invertida en una cámara oscura [6].

En el siglo posterior a Descartes, la técnica encontró los medios para solventar este problema. Con ayuda de espejos y prismas se enderezaba la imagen de

[6] Sobre la relación entre la teoría de la percepción de Descartes y la cámara oscura, véase W. van Hoorn, *As images unwind*, Amsterdam, 1972. Sólo el nautilo, un molusco cefalópodo, tiene un ojo que es realmente una cámara oscura: una retina detrás de una simple abertura en la piel.

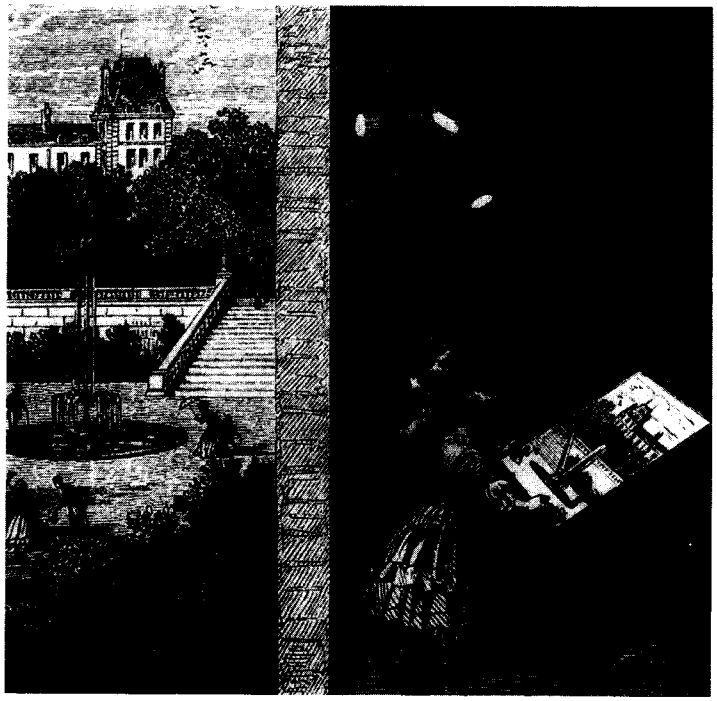


5.4 Con este dibujo, Descartes ilustra el principio de que al invertir la imagen e intercambiar izquierda y derecha, no se alteran las relaciones geométricas.



5.5 Representación esquemática de la explicación de Descartes de la visión binocular. Las vías ópticas se cruzan en el ojo. Dado que los nervios también se cruzan detrás del ojo —invirtiéndose así la imagen—, en la glándula pineal aparece una proyección en posición real abc de la flecha ABC.

la cámara oscura y se conseguía incluso proyectar la imagen sobre la superficie horizontal de una mesa (véase figura 5.6). De este modo se podía mantener un ojo puesto en el mundo exterior con ayuda de un cristal y un prisma. Colocándolo en el recodo de un río o en el muro exterior de la plaza del mercado, este instrumento ofrecía un informe mudo, pero fiel, de lo que sucedía fuera del recinto oscuro. Algunas cámaras oscuras situadas en cúpulas especiales y equipadas con un «ojo» giratorio que sobresalía a modo de periscopio, se convirtieron en una atracción turística. La cámara oscura fue —junto con la linterna mágica— el milagro óptico del siglo XVIII, un prodigio ilusionista. Las crónicas de viajes y los diarios de la época dejan constancia de que la cámara oscura causaba un efecto fascinante entre quienes la veían por primera vez. En 1747, John Cuff, un comerciante londinense de instrumentos ópticos, incluyó en un anuncio de su empresa una oda a la cámara oscura que comenzaba del siguiente

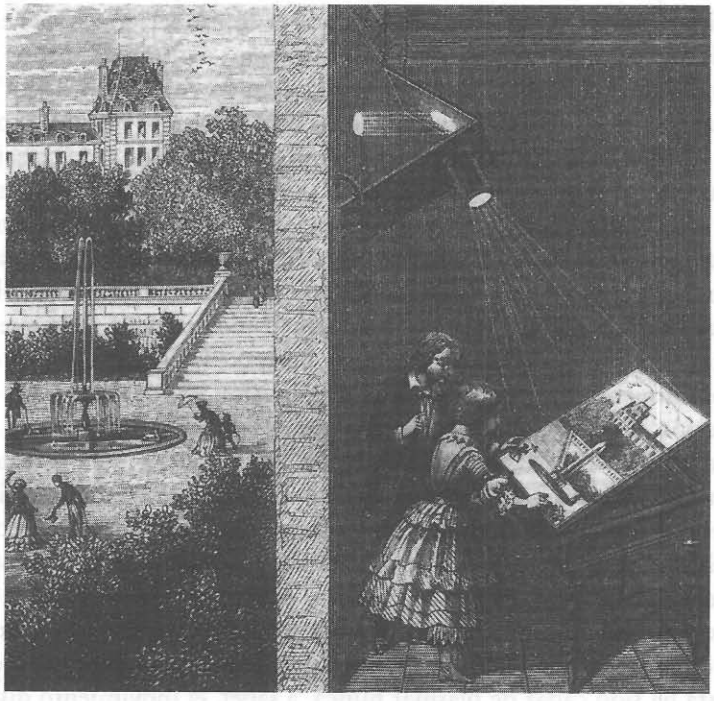


5.6 Con ayuda de un espejo y un prisma podía proyectarse tumbada la imagen en una cámara oscura. En este grabado del siglo XVIII, la lente se halla en una pared exterior.

modo: «Say, rare Machine, who taught thee to design?/And mimick Nature with such Skill divine» (Decidme, máquina extraña, ¿quién os enseñó a dibujar/y a emular la naturaleza con tal divina habilidad?) [7].

Aparte de instrumento de diversión, la cámara oscura se utilizaba también para demostrar las leyes de la óptica. Las sociedades científicas hacían instalar a menudo una cámara oscura en la sala donde se hallaban sus instrumentos. Así, la Sociedad Bátava de Filosofía Experimental de Rotterdam había instalado una cámara oscura en medio de sus instrumentos de alta tecnología, entre los que se hallaba un espejo ustorio que permitía fundir objetos y un catalejo con el que se podía ver qué hora era en la catedral de Utrecht (a unos 50 kilómetros de distancia). La cámara oscura era considerada por los visitantes el objeto más valioso de la colección. Para demostrar su funcionamiento, el ayudante del laboratorio cerraba las persianas y colocaba una hoja de papel blanco a cierta distancia, detrás

[7] Anónimo, *Verses Occasion'd by the Sight of a Chamera Obscura*, Londres, 1747. La oda es comentada por H. Schwarz, «An eighteenth-century English poem on the camera obscura», V. D. Coke (ed.), *One hundred years of photographic history*, Albuquerque, 1975, pp. 128-138.



5.6 Con ayuda de un espejo y un prisma podía proyectarse tumbada la imagen en una cámara oscura. En este grabado del siglo XVIII, la lente se halla en una pared exterior.

modo: «Say, rare Machine, who taught thee to design?/And mimick Nature with such Skill divine» (Decidme, máquina extraña, ¿quién os enseñó a dibujar/y a emular la naturaleza con tal divina habilidad?) [7].

Aparte de instrumento de diversión, la cámara oscura se utilizaba también para demostrar las leyes de la óptica. Las sociedades científicas hacían instalar a menudo una cámara oscura en la sala donde se hallaban sus instrumentos. Así, la Sociedad Bátava de Filosofía Experimental de Rotterdam había instalado una cámara oscura en medio de sus instrumentos de alta tecnología, entre los que se hallaba un espejo ustorio que permitía fundir objetos y un catalejo con el que se podía ver qué hora era en la catedral de Utrecht (a unos 50 kilómetros de distancia). La cámara oscura era considerada por los visitantes el objeto más valioso de la colección. Para demostrar su funcionamiento, el ayudante del laboratorio cerraba las persianas y colocaba una hoja de papel blanco a cierta distancia, detrás

[7] Anónimo, *Verses Occasion'd by the Sight of a Chamera Obscura*, Londres, 1747. La oda es comentada por H. Schwarz, «An eighteenth-century English poem on the camera obscura», V. D. Coke (ed.), *One hundred years of photographic history*, Albuquerque, 1975, pp. 128-138.

de un cristal redondo empotrado en la pared. A continuación, se veía el puente de Draaibrug, con los barcos y las casas «en su color natural, dibujados sólo por los rayos de luz en el papel blanco», como escribió un visitante en 1839 [8].

La mayoría de las cámaras oscuras tenían una aplicación práctica. Los pintores y los dibujantes las utilizaban para delimitar los contornos de paisajes y vistas de ciudades. Según el conde Algarotti, un mecenas veneciano, la cámara oscura era tan imprescindible para el pintor que quisiera retratar fielmente la naturaleza, como un microscopio para el naturalista o un telescopio para el astrónomo [9]. Algunas cámaras oscuras no eran más que simples cajas plegables, pero otras tenían la forma de una cómoda tienda de campaña en la que el artista podía calcar tranquilamente la imagen proyectada sobre el cristal opalino. Este procedimiento dio origen a obras de precisión «fotográfica» con la típica reproducción en perspectiva inherente al uso de lentes.

Las miniaturas coloreadas y animadas en una cámara oscura se asemejaban mucho a una película. Las imágenes de una cámara oscura eran más fieles que cualquier cuadro, precisamente en relación con el movimiento. Leurechon, un autor del siglo XVII, escribía: «Sobre todo se tiene el placer de ver el movimiento de las personas, pájaros y otros animales, y el temblor de las plantas agitadas por el viento; pues aunque todo esté al revés y a pesar de la reducción de la perspectiva, este precioso cuadro reproduce de una forma maravillosa algo que ningún artista ha sido capaz de plasmar nunca, a saber, el movimiento que avanza de un lugar a otro» [10]. Pero lo que faltaba a todo el movimiento era durabilidad. Las películas que se podían contemplar, de pie en la oscuridad, en ese charco de luz, eran fugaces y vulnerables. Bastaba con que entrara un poco de luz del exterior para que se borrara la imagen; si empezaba a anochecer, la representación se desvanecía en la oscuridad. No se podía conservar nada del movimiento; sólo se podía registrar una imagen fija calcándola laboriosamente. La cámara oscura no tenía memoria.

De hecho, la ciencia óptica se encontraba aquí con una variante técnica del problema al que se habían enfrentado los investigadores de la percepción humana. Descartes había podido seguir la imagen que entra en el ojo hasta la proyección en la retina; pero seguía siendo un misterio de qué modo era guiada esta imagen y —sobre todo— de qué modo era registrada finalmente en la memoria como una imagen mental. Era indudable que la mente humana confería durabilidad a las imágenes cambiantes sobre la retina, pero no se conseguía descubrir qué procesos y mecanismos eran responsables de ello.

[8] M. J. van Lieburg, y H. A. M. Snelders, *De bevordering en volmaking der proefondervindelijke wijsbegeerte*, Amsterdam, 1989, p. 21.
[9] El ensayo de Algarotti sobre la pintura es comentado en A. Scharf, *Art and photography*, Londres, 1968, pp. 22-23.
[10] Citado en A. K. Wheelock, *Jan Vermeer*, Colonia, 1992, p. 38.

Por otra parte, apenas se echaba en falta que la cámara oscura no fuera capaz de conservar la delicada película. No fue sino con la llegada de la fotografía cuando la cámara oscura se convertiría —con efecto retroactivo— en un aparato con un defecto. Antes de 1839, la fugacidad de la imagen parecía ser consecuencia inevitable de las leyes físicas. En toda la literatura de ficción científica del siglo XVIII encontramos tan sólo una fantasía sobre un procedimiento para conservar las imágenes. En *Giphantie*, el escritor francés Tiphaigne de la Roche hizo una descripción profética de una sustancia milagrosa que permitía fijar las imágenes. Con esta sustancia se impregnaban lienzos que después eran expuestos a la luz de los objetos que se deseara pintar. «La primera reacción en el lienzo —vaticinó el escritor—, es como un espejo: se ven todos los objetos, tanto los cercanos como los más alejados, cuya imagen pueda fijar la luz. Pero el lienzo con esta materia pegajosa es capaz de hacer lo que no puede el espejo: retener el reflejo. El espejo refleja fielmente las imágenes, pero no conserva ninguna. Nuestros lienzos son menos fieles en su reproducción, pero conservan la imagen. Esta grabación de imágenes tiene lugar desde el momento en que son captadas por el lienzo. Se retira en seguida el lienzo, se coloca en un cuarto oscuro y una hora más tarde la capa se ha secado y endurecido, y se obtiene un cuadro de incalculable valor, porque ningún arte es capaz de imitar con tanta precisión la realidad, y porque el tiempo no afecta a la imagen. Recurrimos a la fuente más pura, la propia luz.»[11]

Giphantie se publicó en 1760. Este sueño, un espejo que conserva las imágenes, tardaría aún unos ochenta años en hacerse realidad.

Fotografía: la memoria química

La fotografía surgió de la unión entre la óptica y la química. La cámara oscura ofrecía todo lo que se podía obtener con medios puramente ópticos: color, movimiento e imagen; para fijar la imagen era preciso realizar manipulaciones químicas con sustancias sensibles. Ya en el siglo XVII, los alquimistas experimentaban con sustancias fosforescentes. Las pruebas y demostraciones que describió Robert Hooke ante la Royal Society formaban parte del intensivo programa de investigación centrado en la elaboración de sustancias capaces de conservar la luz.

En su intento de fabricar una «piedra luminosa», el médico alemán Schulze experimentó en 1727 con nitrato de plata, una sustancia que se utilizaba de

[11] C. F. Tiphaigne de la Roche, *Giphantie*, París, 1760. Citado de la traducción de J. Weverbergh, y I. Hobana, *De triomf van de droom*, Amberes, 1991, pp. 79-80. Para más información sobre algunas anticipaciones anteriores, aunque más vagas de la fotografía véase: J. A. Groshans, «Photography foreshadowed», *Nature* (10 de enero de 1878), p. 202.

desinfectante en el tratamiento de las heridas. Schulze preparó una mezcla de tiza y nitrato de plata, y con ello logró lo contrario de lo que se proponía: la mezcla oscurecía por el efecto de la luz y por tanto no hacía sino conservar la oscuridad [12]. Igual que hiciera anteriormente su compatriota Kraft y sus espectaculares pruebas con el fósforo, Schulze incluía en su repertorio un asombroso experimento de demostración: llenaba una botella transparente con una mezcla de cal y ácido nítrico que contenía plata, recortaba una letra, la pegaba a la botella y la exponía durante un tiempo a la luz. La mezcla se iba oscureciendo gradualmente, salvo lo que había detrás de la letra. De este modo aparecía una letra iluminada en el líquido, que sólo desaparecía al agitar la botella. Por supuesto, también podía invertirse la prueba, para que apareciera una forma oscura en la mezcla blanca como el papel. Schulze demostró con ello el primer método negativo-positivo [13].

En Inglaterra también se experimentaba con nitrato de plata. Thomas Wedgwood (hijo del fabricante de cerámica) y Humphrey Davy, catedrático de química, describieron en 1802 cómo se podían copiar dibujos hechos sobre cristal en papel humedecido con nitrato de plata [14]. Las líneas y contornos dejaban en el papel una impresión de una nitidez aceptable. Además, estos *shadowgraphs* podían conservarse, siempre y cuando la imagen no se expusiera a la luz. En la oscuridad o a la luz de una vela, la inscripción permanecía intacta, pero a plena luz del día, el papel preparado tenía poca memoria: transcurridos unos minutos, la imagen se disolvía en el papel cada vez más oscuro. Es decir, este procedimiento era capaz de registrar, pero no de fijar. Este último —y decisivo— paso en la invención de la fotografía se daría en Francia.

En su informe de 1802, Wedgwood y Davy indicaban que habían intentado fijar las imágenes de una cámara oscura, pero que no lo habían logrado debido a la escasa intensidad de la luz. Las imágenes eran demasiado débiles para dejar ni siquiera la mínima huella en el papel. En Francia, Joseph Niépce —un aristócrata muy venido a menos a causa de la revolución— experimentó con una sustancia que no sólo era más sensible a la luz, y por tanto capaz de registrar con mayor rapidez una impresión, sino que además se dejaba fijar mejor. Esta sustancia, llamada «asfalto sirio» o «betún de Judea», procedía del mar Muerto y tenía la peculiaridad de endurecerse a la luz del sol. Niépce untaba una placa de cristal con una capa muy fina de mezcla de asfalto, colocaba encima un di-

[12] Schulze dio a su informe un título más bien confuso: «Dunkelheitsträger anstatt Lichtträger entdeckt; oder merkwürdiger Versuch über die Wirkung der Sonnestrahlen».

[13] U. Tillmanns, *Geschichte der Photographie*, Stuttgart, 1981, p. 20.

[14] T. Wedgwood, y H. Davy, «An account of a method of copying paintings upon glass, and of making profiles, by the agency of light upon nitrate of silver», *Journal of the Royal Institute*, 1 (1802), pp. 170-174. Este informe fue reeditado junto con una gran cantidad de fuentes primarias de la historia de la fotografía en B. Newhall (ed.), *Photography; Essays and Images*, Nueva York, 1980.

bujo hecho transparente y exponía la placa a la luz. Las partes no expuestas permanecían blandas y podían eliminarse con una solución de aguarrás y aceite de lavanda. Lo que quedaba era una copia del dibujo sobre el cristal, en un asfalto duro y duradero. Dado que la imagen había sido dibujada por el sol, Niépce llamó su procedimiento *héliographie* (heliografía).

A partir de 1822, Niépce, alentado por los buenos resultados de su heliografía, intentó fijar las imágenes de una cámara oscura por medio del mismo procedimiento. Las pruebas fracasaron. La escasa intensidad luminosa y la falta de nitidez de la lente obligaban a Niépce a utilizar unos tiempos de exposición extremadamente largos. No conseguía obtener un contraste suficiente en sus tomas. Sin embargo, una de las pruebas malogradas produjo una toma que pasaría a la historia como la «primera fotografía»: en su estudio en la finca familiar de Le Gras en Saint-Loup-de-Varennes, Niépce colocó su cámara en el marco de la ventana y de este modo registró la vista del patio (véase figura 5.7).

Aunque Niépce dotó a la cámara oscura de una memoria rudimentaria, todavía no existía un procedimiento fotográfico aprovechable. Louis Daguerre sería el encargado de llevar a cabo este perfeccionamiento. Daguerre era un pintor de decorados que tenía una predilección por los efectos ilusionistas [15]. En París había decorado un teatro de juego de luces, el Diorama, en el que colgaban lienzos de 14 por 22 metros que estaban pintados por ambas caras. Manipulando la iluminación se podía ver una u otra cara de estos enormes lienzos, por lo que un soleado paisaje alpino podía transformarse ante la mirada del asombrado público en una hechizante escena nocturna. Daguerre utilizaba para su trabajo la cámara oscura y se enteró a través de su óptico de las pruebas de Niépce. Ambos firmaron un contrato notarial e intercambiaron sus datos. Tras la muerte de Niépce en 1833, Daguerre siguió con la investigación y empezó un período de febril experimentación.

En aquella época, entre 1833 y 1837, Daguerre se enfrentaba al mismo problema que, en 1802, había atormentado a Wedgwood y Davy: conseguía hacer las tomas, pero no disponía de los medios para fijar la imagen. En cuanto las exponía a la luz, las tomas de Daguerre sobre placas de cobre plateadas se disolvían en los cambios de color del yoduro de plata. Las mejoras que introdujo Daguerre en el procedimiento de Niépce tenían que ver con los tres procedimientos básicos de la fotografía: la sensibilización de la placa, el revelado y la fijación. Para su primer procedimiento, Daguerre utilizó vapor de yodo que se depositaba en la placa. Más tarde descubrió por casualidad —una placa no expuesta había quedado encerrada en un armario junto con una bandeja de mercurio, y de este modo se había revelado— que el vapor de mercurio podía hacer visible de nuevo la toma. Y por fin, en 1837, descubrió que una solución de sal de mesa

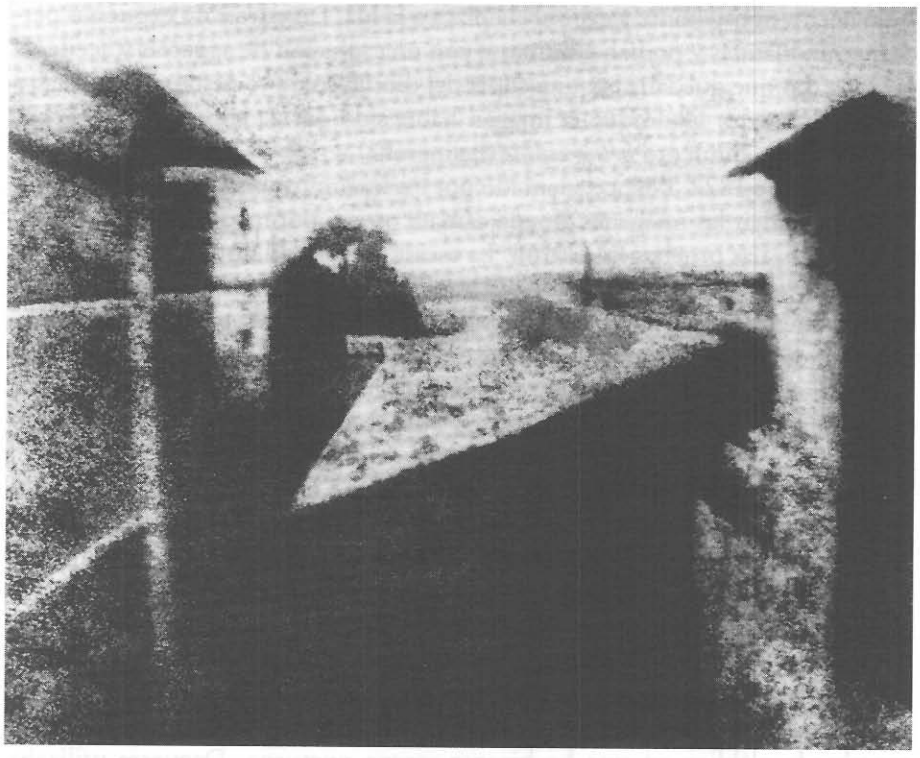
[15] Gernsheim, *Daguerre*.

5.7 Esta toma de Joseph Niépce data de 1826 o 1827 y es considerada la «primera fotografía». El tiempo de exposición fue de ocho horas completas. De este modo surgió una imagen «imposible»: *ambos* muros opuestos han recibido la luz del sol. El sol del mediodía borró las sombras de la mañana.

fijaba la toma. Con ello, el procedimiento estaba tan perfeccionado que Daguerre pudo comercializar su invento, con el nombre de daguerrotipia [16].

En los últimos meses de 1838, en París empezó a correr la voz del procedimiento de Daguerre. El 6 de enero de 1839 apareció en la *Gazette de France* el primer artículo sobre el nuevo descubrimiento [17]. El autor era un tal Gaucheraud. Su informe sobre lo que vio durante su visita a Daguerre destila entusiasmo y asombro. Gaucheraud describe cómo Daguerre le enseñó una pequeña placa pulida de cobre, la introdujo ante sus ojos en un aparato, para volverla a sacar al cabo de tres minutos y cómo entonces contenía un «dibujo fascinante» de la escena que enfocaba el aparato: «Y allí está perpetuada la imagen que en

[16] Tillmanns, *Geschichte*, p. 31.
[17] Incluido en Newhall, *Photography*, pp. 17-18.



5.7 Esta toma de Joseph Niépce data de 1826 o 1827 y es considerada la «primera fotografía». El tiempo de exposición fue de ocho horas completas. De este modo surgió una imagen «imposible»: *ambos* muros opuestos han recibido la luz del sol. El sol del mediodía borró las sombras de la mañana.

fijaba la toma. Con ello, el procedimiento estaba tan perfeccionado que Daguerre pudo comercializar su invento, con el nombre de daguerrotipia [16].

En los últimos meses de 1838, en París empezó a correr la voz del procedimiento de Daguerre. El 6 de enero de 1839 apareció en la *Gazette de France* el primer artículo sobre el nuevo descubrimiento [17]. El autor era un tal Gaucheraud. Su informe sobre lo que vio durante su visita a Daguerre destila entusiasmo y asombro. Gaucheraud describe cómo Daguerre le enseñó una pequeña placa pulida de cobre, la introdujo ante sus ojos en un aparato, para volverla a sacar al cabo de tres minutos y cómo entonces contenía un «dibujo fascinante» de la escena que enfocaba el aparato: «Y allí está perpetuada la imagen que en

[16] Tillmanns, *Geschichte*, p. 31.
[17] Incluido en Newhall, *Photography*, pp. 17-18.

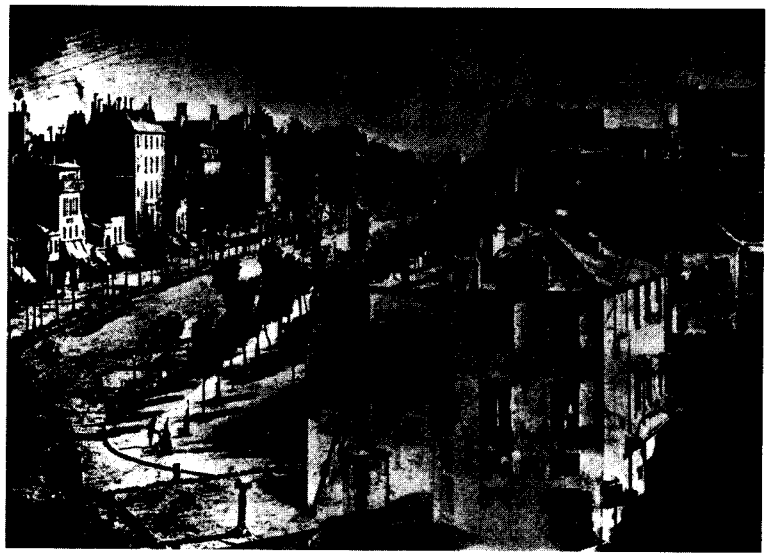
tan pocos minutos se ha conquistado, de forma que ni siquiera la más intensa luz del sol puede destruirla». En términos que conectaban con lo que el lector estaba acostumbrado a oír, explicaba que Daguerre había descubierto un método para fijar las imágenes que se dibujan a sí mismas en la cámara oscura, en una impresión duradera que, al igual que un cuadro o grabado, podía ser alejada del objeto retratado. Lamentablemente, y a diferencia de la cámara oscura, no era posible reproducir los movimientos (véase figura 5.8). En la toma del bulevar, explicaba Gaucheraud, había un caballo que había movido la cabeza por lo cual el animal había aparecido decapitado en el cobre. La verdadera gloria de este descubrimiento residía en la naturaleza muerta, en la vista de la ciudad; dentro de poco los viajeros podrían hacer tomas de monumentos, ciudades y paisajes de todo el mundo y llevárselos a Francia. Y entonces verían, aseguraba Gaucheraud a los lectores, «lo alejados que están sus lápices y pinceles de la verdad de la daguerrotipia».

Gracias a la mediación del astrónomo Arago, miembro de la Cámara de Diputados, el Estado francés ofreció a Daguerre una renta vitalicia a cambio de la publicación de su procedimiento. Esto último tuvo lugar el 19 de agosto de 1839, durante una festiva sesión de la Académie des Sciences. Una vez revelado el procedimiento se iniciaron las demostraciones públicas. Daguerre se aseguró unos ingresos adicionales con la venta de equipos completos de daguerrotipia —cámara, productos químicos, placas, caja de revelado— y la comercialización de manuales. En 1840, los primeros daguerrotipistas profesionales establecían sus estudios y talleres en las grandes ciudades. Al cabo de pocos años había daguerrotipistas en todos los continentes.

Un ejemplo que ilustra esta expansión inusitadamente rápida es la llegada de la daguerrotipia al Nuevo Mundo, una travesía que ha sido investigada casi día a día por el historiador de la fotografía R. Taft [18]. La introducción de la daguerrotipia en América se debió en gran parte a los esfuerzos de un hombre cuyo nombre se asocia ahora exclusivamente con la telegrafía, Samuel F. B. Morse.

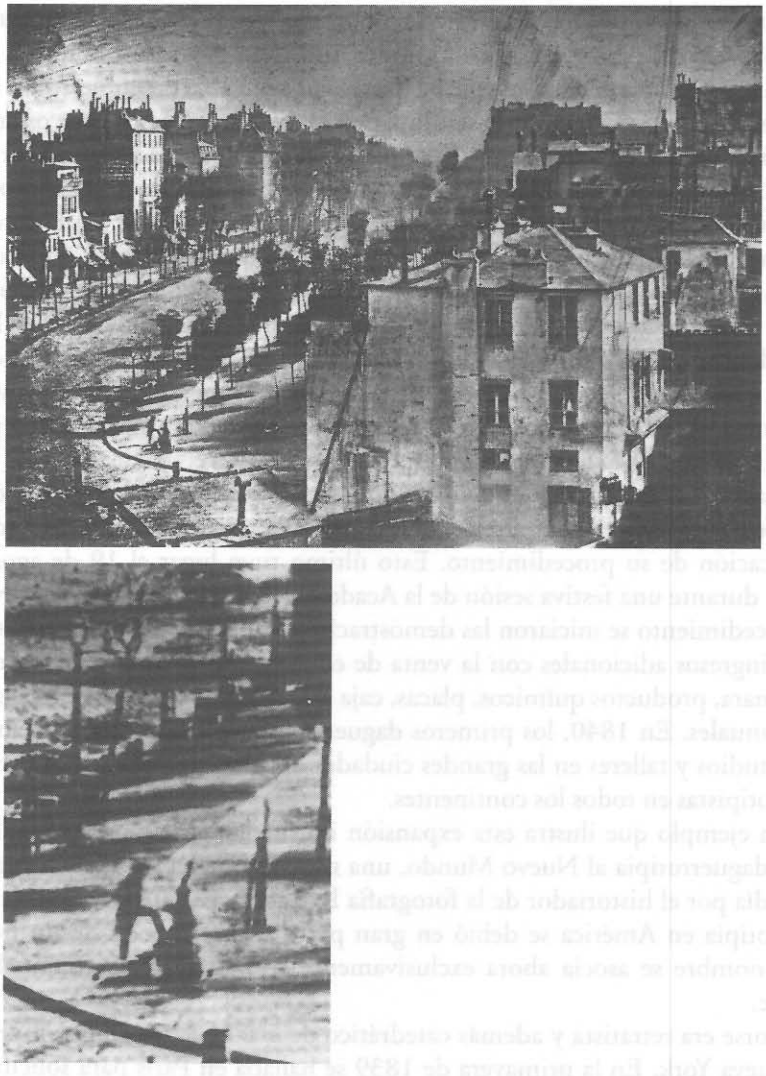
Morse era retratista y además catedrático de *arts of design* en la Universidad de Nueva York. En la primavera de 1839 se hallaba en París para solicitar una patente francesa para su telégrafo electromagnético. Oyó hablar de los nuevos procedimientos fotográficos y ofreció a Daguerre demostrarle su telégrafo a cambio de que este, a su vez, le enseñara la daguerrotipia. Daguerre aceptó la propuesta e invitó a Morse en su Diorama. Morse se quedó perplejo por la calidad de las tomas de Daguerre. En sus propios intentos de fijar la imagen de una cámara oscura, no había logrado más que diversas tonalidades de sombras, y lo que Daguerre le mostraba eran placas plateadas de una nitidez increíble. En

[18] R. Taft, *Photography and the American scene. A social history, 1839-1889*, Nueva York, 1942.



5.8 Daguerrotipo de un bulevar parisino. Al igual que la toma de Niépce de los dos muros soleados, este daguerrotipo contiene un detalle casi surrealista. Daguerre enfocó con su cámara un transitado bulevar parisino por el que iban y venían coches de caballos y transeúntes. Pero en la toma, el bulevar está fantasmalmente vacío: todo lo que se movía lo hacía demasiado rápido para dejar un rastro en la placa de cobre sensible. Sólo quedó inmortalizado el hombre que se detuvo durante unos minutos para que le limpiaran los zapatos. Los que se movían pasaron desapercibidos.

Más tarde surgieron discusiones en torno a la pregunta de si las fotografías pueden mentir. Los primeros trabajos de Niépce y Daguerre demuestran que esta pregunta es ingenua: las fotografías han mentido desde el principio.



5.8 Daguerrotipo de un bulevar parisino. Al igual que la toma de Niépce de los dos muros soleados, este daguerrotipo contiene un detalle casi surrealista. Daguerre enfocó con su cámara un transitado bulevar parisino por el que iban y venían coches de caballos y transeúntes. Pero en la toma, el bulevar está fantasmalmente vacío: todo lo que se movía lo hacía demasiado rápido para dejar un rastro en la placa de cobre sensible. Sólo quedó inmortalizado el hombre que se detuvo durante unos minutos para que le limpiaran los zapatos. Los que se movían pasaron desapercibidos.

Más tarde surgieron discusiones en torno a la pregunta de si las fotografías pueden mentir. Los primeros trabajos de Niépce y Daguerre demuestran que esta pregunta es ingenua: las fotografías han mentido desde el principio.

una carta que envió en marzo de 1839 al *Observer* en Nueva York, Morse describía cómo en una de las fotografías podía verse un cartel con letras que eran demasiado pequeñas para apreciarlas a simple vista. Pero la imagen era tan nítida que pudo leer las letras con una potente lupa. También pudo distinguir las grietas en las paredes y las piedras del empedrado. Era como si estuviera mirando una calle de verdad con un telescopio. Incluso la tomas interiores eran de una calidad exquisita, «Rembrandt perfected» (Rembrandt perfeccionado), sentenció Morse. Daguerre había ampliado una toma microscópica de una araña y con ello había puesto al descubierto una *minuteness of organisation* (organización minuciosa) cuya existencia no había sospechado nadie. El naturalista, vaticinaba Morse, tendría que explorar un reino totalmente nuevo, tan distanciado del microscopio como el microscopio del ojo humano.

Daguerre no reveló los detalles de su procedimiento a Morse. Este regresó a Nueva York y —al igual que el resto del mundo— tuvo que esperar hasta la notificación oficial del 19 de agosto. Al cabo de unos días, los periódicos ingleses publicaban la descripción técnica de la daguerrotipia y la noticia viajó desde Portsmouth hasta Nueva York en uno de los primeros vapores transatlánticos, a bordo del paquebote *British Queen.* Inmediatamente después de su llegada, el 20 de septiembre de 1839, los periódicos publicaron la descripción. Morse pidió a Prosch, su fabricante de instrumentos —que también le había ayudado a fabricar el telégrafo— que construyera una daguerrocámara. A finales de septiembre presentó los primeros daguerrotipos logrados.

Las pruebas de Morse fueron seguidas con ávido interés por uno de sus colegas, el catedrático de química y fisiología John William Draper. Draper era un pionero en la investigación sobre las características de la luz y mucho antes del descubrimiento de Daguerre había realizado pruebas con el efecto de la luz sobre el yodo. En 1840 descubrió un fenómeno que más tarde recibiría el nombre de un investigador que realizó el mismo descubrimiento de forma independiente: las «imágenes Moser». Si sobre un metal frío y pulido se coloca un objeto, se respira sobre él, se deja evaporar la humedad y se retira el objeto, no se verá nada en el metal. Pero si se vuelve a respirar sobre el metal, aparecerán de inmediato los contornos del objeto, como si todavía estuviese allí. Gracias a sus estudios de química, Draper consiguió mejorar el procedimiento de Daguerre. Le bastó un simple equipo —el cristal de unas gafas colocado contra el lado corto de una caja de cigarros— para lograr resultados alentadores. En el verano de 1840, hizo un retrato que es considerado el retrato de daguerrotipo más antiguo [19].

Morse y Draper decidieron asociarse, y en 1840 se instalaron en un taller acristalado que habían hecho construir en el tejado de su universidad. En la

[19] Taft, *Photography*, p. 29.

primavera de 1840, Draper hizo uno de los primeros daguerrotipos de la luna y desarrolló un procedimiento para ampliar las tomas por medio de una segunda toma, gracias al cual las cámaras de viaje pudieron tener un formato más manejable. El instinto de Morse se inclinaba más hacia los aspectos comerciales de la daguerrotipia. Aún no obtenía ingresos de su telégrafo y a partir de 1840 logró ganar dinero haciendo retratos y dando lecciones a daguerrotipistas en ciernes. Morse dedicaba anualmente cientos de dólares de los de mediados del siglo XIX a las placas sensibilizadas que encargaba en París. Los avances en América fueron por lo menos tan rápidos como en el Viejo Mundo, sobre todo gracias a Morse y Draper: un año después de la llegada del *British Queen* aparecieron las primeras reseñas de las exposiciones de daguerrotipia. Diez años más tarde, en 1850, América contaba con unos dos mil daguerrotipistas profesionales en activo [20]. Por un par de dólares, cualquiera podía hacerse un retrato.

Llama la atención lo inminente que era el descubrimiento de la fotografía. En la misma década de los treinta en que Daguerre experimentaba febrilmente, el inglés William Fox Talbot logró hacer tomas por contacto de las plantas de su jardín. Estas *shadowgraphs* o «sombras» eran nítidas, pero inestables. Al igual que Daguerre, Talbot tenía dificultades con la fijación. Las «sombras» que envió a su cuñada se fueron borrando ante los ojos de esta en cuanto abrió el sobre. Talbot presentó su «talbotipia» en 1839 ante el mismo foro que en el siglo XVII había recibido la disertación de Hooke sobre el fósforo y la memoria: la Royal Society [21].

Los daguerrotipos eran inusualmente nítidos y parecían brillar en una luz etérea, plateada, pero también tenían inconvenientes. Producían molestos reflejos, y debido a la falta de un negativo, era imposible reproducir las tomas. Este último inconveniente no existía en la talbotipia, a partir de la cual, en 1841, se desarrolló la «calotipia». El procedimiento era el siguiente: primero se hacía un negativo, a continuación se realizaba una toma de este negativo y así se obtenía un positivo [22].

A las publicaciones de Daguerre y Talbot siguió una explosión de nuevos descubrimientos. Se mejoraron las lentes y los diafragmas, se introdujeron refinamientos en la sensibilización con sustancias fotosensibles, se perfeccionaron progresivamente los métodos de iluminación para tomas interiores, se descubrieron métodos para ampliar las tomas e imprimir a partir de placas de daguerrotipia al

[20] G. Freund, *Photography and society*, Londres, 1980, p. 33.
[21] El informe fue leído el 31 de enero de 1839 y apareció un año más tarde en forma de libro: W. H. F. Talbot, *Some account of the art of photogenic drawing*, Londres, 1839. El texto se incluye en Newhall, *Photography*, pp. 23-31. El astrónomo Herschel rebautizó el procedimiento de Talbot con el nombre de «fotografía». Llamar fotografía a la daguerrotipia es, en el sentido estricto de la palabra, un anacronismo.
[22] Tillmanns, *Geschichte*, p. 36.

aguafuerte. En 1847, Claude Niépce de Saint-Victor, un primo lejano de Joseph Niépce, consiguió fijar el negativo al cristal en lugar del papel. Después de la invención de la fotografía, Wheatstone pudo utilizar fotografías para su «estereoscopio», dos tomas con una diferencia de perspectiva que corresponde a la distancia entre los ojos y que —al proyectarse una junto a la otra— crean la ilusión de profundidad [23]. En cuestión de diez años, un aluvión de patentes había cubierto los procedimientos básicos de Daguerre y Talbot.

En 1851, el año en que falleció Daguerre, el escultor inglés Frederick Archer introdujo un procedimiento que anunciaría el final de la daguerrotipia. Archer utilizaba el colodión —del griego «pegajoso»—, un material sintético obtenido de la disolución de la pólvora de algodón. Las placas de colodión eran muy sensibles a la luz y permitían obtener tomas mucho más nítidas que los procedimientos de Daguerre o Talbot. Colocando un negativo de colodión débilmente iluminado sobre un fondo de terciopelo negro, la imagen aparecía en positivo. Estos «ambrotipos» eran una alternativa barata a los daguerrotipos y acabaron desbancándolos del mercado. A partir de entonces, la fotografía de retratos se llamó simplemente «ambrotipia» (véase figura 5.9). La introducción del colodión puso punto final a los agitados comienzos de la fotografía.

La fotografía penetró en la cultura a través de los circuitos de la pintura. Muchos fotógrafos de la primera generación se habían dedicado anteriormente a la pintura —como el propio Daguerre; Talbot y Morse eran pintores aficionados— y antes de la invención de la fotografía trabajaban con cámaras oscuras. Los fotógrafos se sentían más artistas que artesanos. Trabajaban en «talleres», con ventanas que daban al norte, pedían a sus clientes que «posaran», practicaban géneros clásicos como los bodegones, el desnudo o las piezas históricas y exponían en «salones» [24]. El parecido entre la fotografía y la pintura era tan grande, por lo menos para el público, que los fotógrafos indicaban en sus anuncios que posar para un retrato de grupo no requería más tiempo que para un retrato individual [25]. Caricaturistas como Daumier solían representar al fotógrafo como un *artiste manqué*.

Al mismo tiempo, los inventores y los primeros fotógrafos recalcaban que sus procedimientos se diferenciaban en puntos esenciales tanto de la pintura como de las imágenes de una cámara oscura. Lo que hacía de la fotografía un descubrimiento tan desconcertante era la combinación de tres características: la

[23] Antes de la fotografía, era preciso dibujar o pintar las imágenes delante de un estereoscopio, calculando con dificultad la diferencia de perspectiva. Al igual que sucedió anteriormente con la cámara oscura, el estereoscopio fue presentado como una analogía física en las teorías de la percepción. Los estereoscopios formaban parte del equipo corriente de los laboratorios fisiológicos y psicológicos.

[24] Sobre la historia de la relación entre arte y fotografía, véase Scharf, *Art*.

[25] Lo que aumentaba más la confusión era que los retratos de grupo eran mucho más caros.

5.9 El principio de la ambrotipia, ilustrado aquí a partir de un retrato de John William Draper. A la izquierda, el negativo sobre un fondo blanco, a la derecha el mismo negativo sobre un fondo de terciopelo negro.

inigualable *precisión* de la imagen, el carácter *automático* del procedimiento y la *durabilidad* de lo que anteriormente había sido efímero.

Ya en el artículo de Gaucheraud (del 6 de enero de 1839) se menciona la minuciosa exactitud de las tomas. Al igual que haría unos meses después con Morse, Daguerre también ofreció una lupa a Gaucheraud para que pudiera apreciar con sus propios ojos que los detalles de la imagen iban más allá del alcance de la vista. Esta misma característica también dejó asombrado a Arago quien, durante el solemne anuncio, elogió la «precisión matemática» de las tomas. Esta precisión era más que una constatación neutral de lo que más adelante se daría en llamar la «resolución» de las fotografías, y hacía más bien referencia a la fidelidad de la imagen. La fotografía tenía un grado de realismo que, a diferencia de otros géneros de las artes plásticas, ya no se interpretaba en términos de gradaciones, como un concepto relativo, sino como algo absoluto. Un grabado o un aguafuerte podían ser más o menos fieles, una fotografía era lisa y llanamente la representación de la propia realidad, una visualización de la verdad. La observación de Gaucheraud de que las fotografías de viajeros demostrarían en su momento «lo alejados que están sus lápices y pinceles de la verdad de la daguerrotipia» resume de forma concisa este cambio.

Esta interpretación de la fotografía como encarnación de la realidad no tenía que ver tan sólo con la nitidez y la precisión. En sus primeras publicaciones, tanto Daguerre como Talbot indicaban que su procedimiento daba a la naturaleza la posibilidad de reproducirse *a sí misma*. Sus descubrimientos hacían superflua la intervención del artista. En el subtítulo de su informe, Talbot descri-

5.9 El principio de la ambrotipia, ilustrado aquí a partir de un retrato de John William Draper. A la izquierda, el negativo sobre un fondo blanco, a la derecha el mismo negativo sobre un fondo de terciopelo negro.

inigualable *precisión* de la imagen, el carácter *automático* del procedimiento y la *durabilidad* de lo que anteriormente había sido efímero.

Ya en el artículo de Gaucheraud (del 6 de enero de 1839) se menciona la minuciosa exactitud de las tomas. Al igual que haría unos meses después con Morse, Daguerre también ofreció una lupa a Gaucheraud para que pudiera apreciar con sus propios ojos que los detalles de la imagen iban más allá del alcance de la vista. Esta misma característica también dejó asombrado a Arago quien, durante el solemne anuncio, elogió la «precisión matemática» de las tomas. Esta precisión era más que una constatación neutral de lo que más adelante se daría en llamar la «resolución» de las fotografías, y hacía más bien referencia a la fidelidad de la imagen. La fotografía tenía un grado de realismo que, a diferencia de otros géneros de las artes plásticas, ya no se interpretaba en términos de gradaciones, como un concepto relativo, sino como algo absoluto. Un grabado o un aguafuerte podían ser más o menos fieles, una fotografía era lisa y llanamente la representación de la propia realidad, una visualización de la verdad. La observación de Gaucheraud de que las fotografías de viajeros demostrarían en su momento «lo alejados que están sus lápices y pinceles de la verdad de la daguerrotipia» resume de forma concisa este cambio.

Esta interpretación de la fotografía como encarnación de la realidad no tenía que ver tan sólo con la nitidez y la precisión. En sus primeras publicaciones, tanto Daguerre como Talbot indicaban que su procedimiento daba a la naturaleza la posibilidad de reproducirse *a sí misma*. Sus descubrimientos hacían superflua la intervención del artista. En el subtítulo de su informe, Talbot descri-

bía su invento como «el procedimiento por el cual los objetos naturales pueden delinearse a sí mismos sin ayuda del pincel del artista» [26]. La fotografía tenía un carácter automático del que carecían las artes plásticas tradicionales. En un cuadro no había ningún detalle que no hubiera estado primero en el ojo y la mente del pintor; una fotografía ofrecía una imagen directa, era más un registro que una imagen.

Si bien más tarde se aduciría el argumento del carácter maquinal y semiautomático de la fotografía para demostrar su inferioridad como forma de arte plástica, a mediados del siglo pasado se consideraba precisamente que el registro directo del mundo exterior era el mérito decisivo de la nueva técnica. En el informe de sus pruebas para la Royal Society, Talbot describe cómo había tensado papel sensible contra la pared posterior de una cámara oscura y con ello había logrado unas bonitas miniaturas, como pintadas por «algún artista liliputiense» [27]. En el verano de 1835 había realizado con esta cámara una serie de tomas de su casa de campo. Esta casa, añadía Talbot, «creo que es la primera que se sepa *que ha pintado su propio retrato*» (cursiva de Talbot) [28].

Pero aún más singular que la increíble nitidez y el carácter semiautomático era la tercera característica: la capacidad de la fotografía para detener y fijar el momento fugaz. En las primeras descripciones, los coetáneos expresaron su estupor utilizando términos como «magia» y «magia negra», y el fotógrafo aparecía como un mago, que realizando operaciones ocultas en un cuarto oscuro sabía conservar lo que siempre había sido perecedero. Que Daguerre utilizara para ello vapores de mercurio —mercurio, el elemento volátil— parecía aumentar aún más el misterio.

Talbot expresó poéticamente el asombro en torno a la fijación del juego de luces y sombras en su informe sobre «the art of fixing a shadow» (el arte de fijar una sombra). Dejándose arrastrar por el respeto hacia lo que habían hecho posible la técnica y las leyes naturales, escribe:

> La más transitoria de las cosas, una sombra, el emblema proverbial de todo lo que es fugaz y momentáneo, puede ser atrapada por los hechizos de nuestra «magia natural», y puede ser fijada para siempre en la posición que parecía estar destinada a ocupar durante un único instante. [...] El hecho es que podemos captar en el papel la sombra fugaz, retenerla allí y en el espacio de un único minuto fijarla tan firmemente que no pueda cambiar más, ni siquiera si se expone de nuevo a los rayos de sol de los que se deriva su origen [29].

[26] Talbot, *Account*.
[27] Talbot, *Account*. Cita de Newhall, *Photography*, p. 28.
[28] Newhall, *Photography*, p. 28; Talbot consideraba que su casa era idónea para este fin debido a «its ancient and remarkable architecture» (su clásica y notable arquitectura).
[29] Cita de Newhall, *Photography*, p. 25.

Siglo y medio más tarde, también podemos sentir el asombro de Talbot: las sombras, que se deslizaban sobre los relojes de sol —por aquel entonces mucho más numerosos que ahora— marcaban el paso del tiempo, marcaban lo que no se podía detener.

Casi dos décadas después de la introducción de la fotografía, el americano Oliver Wendell Holmes, médico y fotógrafo aficionado, volvió a recordar en un ensayo sobre el estereoscopio el asombro que causó la conservación de las imágenes visuales. La daguerrotipia, escribía Wendell, ha conseguido fijar la imagen en un espejo, un descubrimiento más singular que la anestesia con cloroformo o la comunicación directa a través de cientos de millas por medio del telégrafo. ¿Acaso el reflejo no había sido siempre la metáfora de la ilusión y del cambio? La fotografía fijaba lo transitorio, perpetuaba lo fugaz; la fotografía era el invento de «un espejo con memoria» [30].

La memoria como placa sensible

En otoño de 1839 se publicó la *Camera Obscura* de Nicolaas Beets [31]. Al principio de la obra, el escritor incluyó un lema tomado de un «anónimo» en que la cámara oscura era presentada como una metáfora del alma:

> Las sombras y fantasmas del Pensamiento, del Recuerdo y de la Imaginación entran en el alma como en una Cámara Oscura, y algunas muestran una semejanza tan asombrosa que se sienten ganas de dibujarlas, de retocarlas, de colorearlas y de agruparlas, de convertirlas en pequeños cuadros...

El lema iba seguido de la advertencia de que no había que esperar obtener unos retratos fieles de estos esbozos, «pues no sólo aparece cien veces una nariz del Recuerdo en un rostro de la Imaginación, sino que la expresión del rostro es además tan poco definida, que una misma cara puede parecerse a menudo a cincuenta personas diferentes».

La metáfora proporciona una formulación ingeniosa de lo que en nuestra época se suele resumir con la frase ritual de «cualquier parecido con la realidad, etc.», pero también tiene un tenor más amplio. La cámara oscura se asocia aquí con la variabilidad y manipulabilidad de las imágenes en la memoria. Lo que se proyecta sobre la pantalla de nuestra alma al abrir los sentidos es borroso, indefinido, se trata de perfiles y contornos que son coloreados y ordenados por la memoria.

[30] O. W. Holmes, «The stereoscope and the stereographe», *The Atlantic Monthly*, junio (1859), 3, pp. 738-748. También puede encontrarse en Newhall, *Photography*, pp. 53-61.
[31] Hildebrand [N. Beets], *Camera Obscura*, Haarlem, 1839.

Es una curiosa coincidencia, casi «metablética»*, que este lema apareciera el mismo otoño en que se introdujo la fotografía. A partir de 1839, la cámara oscura dejó de ser el instrumento óptico más avanzado, cediendo el sitio a la cámara fotográfica, y con ello apareció una nueva analogía para el procesamiento de la experiencia visual. La cámara oscura era ante todo un aparato óptico que ofrecía un modelo físico para los procesos visuales en el ojo. Como metáfora de la memoria, la cámara oscura podía ilustrar —como en el caso de Beets— el cambio y la alteración, pero no el registro permanente de las imágenes. Por el contrario, los procesos químicos de la fotografía servían perfectamente de analogía de lo que sucedía con los estímulos visuales *después* de ser proyectados sobre la retina, procesados por el cerebro, registrados en la memoria. La metáfora de Holmes de la fotografía como «un espejo con memoria» experimentó un giro de 180 grados en la elaboración de teorías psicológicas. A partir de 1839, la memoria humana se convirtió en una placa sensible, preparada para registrar, fijar y reproducir la experiencia visual.

Sería lógico suponer que las metáforas de la fotografía aparecían sobre todo en el trabajo de investigadores que estaban familiarizados con los procedimientos fotográficos. Esta suposición es correcta. La teoría de la memoria de Francis Galton es un buen ejemplo de ello, pero también el ya mencionado Draper, pionero de la fotografía norteamericana, utilizó metáforas de la fotografía en sus publicaciones sobre la memoria. Además de químico, Draper era un destacado fisiólogo y en 1856 publicó un libro sobre la fisiología humana que pronto adquiriría el estatus de manual [32].

El sistema nervioso humano, escribe Draper, tiene la capacidad de retener «las reliquias o los vestigios de impresiones» [33]. Las células nerviosas que agrupan e integran los estímulos de un gran número de otras neuronas, los llamados ganglios nerviosos, pueden almacenar y comparar estas «impresiones». Por medio de esta dilación introducen un principio de memoria. De esta memoria ya no se borra nada: cada estímulo deja una huella, por pequeña que sea la impresión. La fotografía era una metáfora plástica para describir esta indelebilidad: «Creo que una sombra nunca se proyecta sobre una pared sin dejar sobre ella su huella permanente: una huella que puede hacerse visible con métodos adecuados. Todos los tipos de dibujo fotográfico son a su manera ejemplos de ello» [34]. Draper veía en las «imágenes Moser» una analogía convincente de las huellas de la memoria y sacó la conclusión de que en los ganglios nerviosos sucedía algo similar: «Pero si en estas superficies inorgánicas es posible preservar de este

[32] J. W. Draper, *Human physiology*, Londres, 1856. La edición de 1868 utilizada aquí ya es la séptima.
[33] Draper, *Physiology*, p. 269.
[34] Ibídem, p. 288.
* *[N. de la T.]:* Metablética: doctrina de los cambios sociales, término ideado por J. H. van den Berg para definir la interpretación muy especulativa de los fenómenos históricos.

modo las impresiones, tanto más probable es que ocurra lo mismo en un ganglio constituido para tal fin» [35].

Estas huellas mnemónicas se hallan en nuestro cerebro. Muestran un parecido con la forma de lo observado; dicho de otro modo, son almacenadas en forma de código. Draper también disponía de una metáfora técnica para describir este código. Haciendo referencia al trabajo de su colega catedrático y compañero de taller Morse, Draper escribía que la forma exterior de lo observado y la huella neuronal del mismo se relacionaban entre sí como «las letras de un mensaje entregado en una oficina de telégrafos y las señales que el telégrafo envía a la estación remota» [36].

En un posterior trabajo, Draper especificó la analogía entre cerebro y fotografía. El hecho de que todas las impresiones sensoriales dejan una huella permanente coincidía, según Draper, con «la duración, el surgimiento y la extinción de las impresiones en las preparaciones fotográficas. Así, he visto paisajes y vistas arquitectónicas tomadas en México, reveladas, como dicen los artistas, meses más tarde en Nueva York, cuyas imágenes surgían después de un largo viaje, con sus formas correctas y su contraste correcto de luz y de sombra. La fotografía no había olvidado nada» [37].

La idea de que la fotografía «no había olvidado nada» caracteriza el tenor de muchas metáforas fotográficas. Como analogías de las representaciones visuales, las fotografías subrayan sobre todo la *inalterabilidad* de lo que se almacena en forma de recuerdo: sugieren una memoria que no olvida nada, que contiene un registro perfecto y permanente de nuestra experiencia visual. De acuerdo con esto, Draper comparaba el espíritu con una «galería silenciosa» llena de «siluetas de todo lo que hemos hecho» colgadas de las paredes. De día no notamos nada de este colosal archivo de imágenes, pues aquello que nuestros sentidos nos presentan acapara nuestra atención. Pero cuando dormimos o cuando deliramos a causa de un ataque de fiebre, cuando experimentamos un miedo intenso y sin duda también «durante los solemnes momentos de la muerte», estas imágenes recuperan su viveza, nuestra mente realiza una introspección y «mira los ambrotipos que ha coleccionado —ambrotipos porque son impresiones realmente indelebles— y, combinándolos, a medida que van apareciendo, construye el panorama de un sueño» [38]. La metáfora es elegante y bien fundada: no olvidemos que los ambrotipos sólo revelaban su imagen al colocarlos sobre un fondo de terciopelo negro.

Autores de diferentes zonas lingüísticas han utilizado, de forma independiente, las metáforas fotográficas para enfatizar la teoría de la retención fisioló-

[35] Ibídem, p. 288.
[36] Draper, *History of the conflict between religion and science*, Londres, 1878, pp. 133-134.
[37] Draper, *History*, p. 135.
[38] Ibídem, p. 136.

gica. Los elementos nerviosos, escribía el neurólogo francés Luys, vinculado a la Salpêtrière parisina, tienen la capacidad de retener un estado de vibración después de que hayan desaparecido los estímulos sensoriales que han provocado dicho estado [39]. Luys hablaba de «fosforescencia orgánica». Gracias a la física moderna se sabía que las vibraciones del éter se conservan en forma de ondas luminosas en las sustancias fosforescentes. Luys hacía referencia a la investigación que su conciudadano Niépce de Saint-Victor había presentado a la Académie des Sciences en 1857 y en la que se había demostrado que las vibraciones luminosas sobre el papel podían almacenarse y luego conservarse como «vibraciones silenciosas» hasta que unos determinados procesos químicos hicieran visible de nuevo la imagen. Una placa sensible que es iluminada por el sol contiene una «imagen latente» del sol y después del revelado «un *recuerdo* del sol ausente» (cursiva de Luys) [40]. Por otra parte, la práctica diaria de la reproducción fotográfica con colodión era, según Luys, prueba suficiente de que algunas sustancias inorgánicas tienen la capacidad de conservar las huellas de las vibraciones luminosas. Ahora bien, la misma característica se encuentra en la sustancia orgánica del sistema nervioso: también allí se almacenan impresiones sensoriales en forma de vibraciones que serán reproducidas más tarde.

El médico alemán Kussmaul aprovechó asimismo las metáforas de la fotografía para exponer su teoría. Las huellas que dejan las impresiones sensoriales, escribía, pueden compararse «con imágenes invisibles que el sol imprime en una superficie de plata preparada» [41]. El psicofisiólogo belga Delboeuf comparaba el cerebro con una placa fotográfica y veía en los procesos mnemónicos las analogías orgánicas de procesos técnicos como la «sensibilización» y la «fijación» [42]. El médico inglés Carpenter opinaba que la fotografía deja claro cómo es posible que los recuerdos parezcan a veces haberse borrado definitivamente, pero luego, en determinadas circunstancias, vuelven a aparecer «del mismo modo en que la impresión invisible dejada sobre el papel sensible del fotógrafo es revelada convirtiéndose en una fotografía gracias a la aplicación de determinados reactivos químicos» [43]. La misma metáfora fue utilizada por Ladd, catedrático de Yale, quien al igual que Luys remitía a los procesos de revelado de Niépce de Saint-Victor y al uso de placas de colodión [44].

Otro procedimiento que se relacionó con el funcionamiento del cerebro humano fue la fotografía en color. En 1861, el físico James Clerk Maxwell presen-

[39] J. Luys, *Le cerveau et ses fonctions*, París, 1878.
[40] J. Luys, *Cerveau*, p. 106.
[41] A. Kussmaul, *Die Störungen der Sprache*, Leipzig, 1881, p. 35.
[42] J. Delboeuf, «Le sommeil et les rêves: leurs rapports avec la théorie de la mémoire», *Revue philosophique*, IX (1880), pp. 129-169; 413-437.
[43] W. B. Carpenter, *Mental physiology* (1874), Londres, 1879, p. 436.
[44] G. T. Ladd, *Physiological psychology* (1887), Londres, 1891, p. 422.

tó ante la Royal Institution de Londres un procedimiento para proyectar una imagen en color a partir de tres imágenes monocromáticas [45]. Maxwell había envuelto un arco en cintas coloreadas y lo había fotografiado tres veces sobre un fondo de terciopelo negro, sucesivamente con un filtro rojo, verde y azul. Los negativos y positivos se imprimían sobre un cristal y a continuación eran proyectados uno encima de otro con tres linternas mágicas, cada uno de ellos a través de su propio filtro. Combinándolos, los tres positivos reproducían el arco en los colores originales. Conectando con la teoría de los colores de Thomas Young, publicada en torno a 1800, según la cual existen tres tipos de células nerviosas ópticas, sensibles a los tres colores primarios, Maxwell suponía que sus tres tomas correspondían a las partes de la cinta coloreada «tal como serían vistas separadamente por cada una de las tres series de nervios de Young» [46]. La idea era que el cerebro humano divide el espectro de colores en tres partes que más tarde vuelve a unir, una hipótesis que respeta el principio de economía, porque ahora ya no es preciso suponer un tipo independiente de célula nerviosa para cada matiz. Las proyecciones de la linterna mágica de Maxwell ofrecían una excelente analogía física para describir una hipótesis para la que no existía una comprobación neurológica directa.

Sin embargo, había profundas discrepancias sobre el alcance de las metáforas técnicas, incluso dentro de la tradición de la «fisiología mental». El médico Théodule Ribot, primer director del Laboratorio Psicológico del Collège de France, rechazó en 1880 las analogías físicas de la memoria. En el lenguaje común, escribía Ribot, la memoria consta de tres elementos: la retención de la experiencia, su reproducción y su ubicación en el pasado [47]. Si eliminamos las dos primeras, eliminaremos la memoria; si eliminamos la tercera entonces «la memoria dejará de existir para sí misma, sin dejar de existir en sí misma». Las metáforas fotográficas tienen el inconveniente de que reflejan bien la conservación, pero no la reproducción:

> Se han buscado símiles en la naturaleza muerta, en especial en la característica que tienen las vibraciones luminosas de poder conservarse sobre una hoja de papel y existir por un espacio de tiempo breve o largo en un estado de meras vibraciones, listas a aparecer por el efecto de una sustancia de revelado. [...] A nuestro entender, el parecido que guardan estos y otros hechos similares con la memoria es demasiado escaso como para tenerlos en cuenta. En ellos encontramos en efecto la primera condición de todo recuerdo: la conservación, pero es la única, pues en este caso la reproducción es tan pasiva, tan dependiente de la intervención de una sustancia extraña,

[45] R. M. Evans, «Maxwell's color photograph», *Scientific American*, noviembre de 1961, pp. 118-128.
[46] Evans, «Maxwell», p. 118.
[47] Th. Ribot, «La memoire comme fait biologique», *Revue philosophique*, IX (1880), pp. 516-547.

> que no se asemeja a la reproducción natural de la memoria. Asimismo, en este contexto, no hemos de olvidar nunca que se trata de leyes de la vida y no de leyes de la naturaleza, y que los fundamentos de la memoria han de buscarse única y exclusivamente en las características de las sustancias orgánicas [48].

Las críticas dirigidas contra las metáforas fotográficas también procedían de fuera de la «fisiología mental». En una monografía sobre la memoria, el autor alemán Huber recurrió a las metáforas de Draper y Kussmaul para expresar sus objeciones a la teoría fisiológica de la retención [49]. Según Huber, la materia es capaz de conservar impresiones. Pero lo que caracteriza a la memoria es precisamente la reproducción de estas impresiones. Esta objeción recuerda a la de Ribot, pero Huber se refiere a otra cosa. El problema con las metáforas fotográficas es que dan por sentada una *conciencia*. Los residuos materiales de anteriores procesos psíquicos sólo pueden reproducirse en nuestra conciencia «cuando esta conciencia es como el espejo en el que las impresiones reflejan sus imágenes» [50]. La razón es sencilla: «Las impresiones no pueden verse a sí mismas». Y aunque la fisiología fuera capaz de explicar cómo es posible que las impresiones se reproduzcan en la conciencia, seguiría sin explicarse cómo es posible que esta imagen se juzgue *como algo perteneciente al pasado*. Las metáforas fotográficas no sirven para dilucidar la diferencia entre imágenes a secas e imágenes recordadas. Ello revela además cuál es el peligro de las metáforas: pueden ocultar el verdadero problema. Una metáfora como la de Kussmaul, opina Huber, no sólo no aporta nada nuevo a la explicación del recuerdo, sino que incluso transmite una idea engañosa sobre el mismo [51]. Y si bien dos páginas antes el propio Huber había utilizado la metáfora de «la conciencia como espejo», después recomienda encarecidamente a sus lectores que no confundan los «símiles» con las «comprensiones reales».

Draper, Ladd, Kussmaul y otros autores situados dentro de la tradición de la «fisiología mental» derivaban sus metáforas de la retención de procedimientos científicos avanzados. Al escribir para sus colegas podían confiar en la fuerza de convicción de la comparación minuciosa entre las manipulaciones fotográficas a base de luz y los hipotéticos procesos neuronales. La sensibilización del medio receptor, el carácter latente de la huella, la transformación de una imagen óptica en un código neuronal, la reproducción como un proceso de revelado que podía tener lugar de inmediato o después de mucho tiempo, todos estos

[48] Ribot, «Mémoire»; la cita procede de la traducción holandesa *De ziekten van het geheugen*, Amsterdam, 1901, pp. 4-5.
[49] J. Huber, *Das Gedächtnis*, Múnich, 1878.
[50] Huber, *Gedächtnis*, p. 28.
[51] Ibídem, p. 30.

componentes de la analogía se ceñían a la teoría fisiológica de la retención y de este modo ofrecían una imagen coherente y gráfica de procesos en su mayor parte ocultos. Al mismo tiempo, la fotografía era una técnica con efectos públicos impresionantes, y en los libros dirigidos a un círculo de lectores más amplio, como *History of the conflict between religion and science,* de Draper, las metáforas de la fotografía facilitaban la popularización de nuevas teorías sobre la memoria visual. De este modo, los «fisiólogos mentales» servían con sus metáforas a dos públicos a la vez.

Si damos unos pasos atrás para comparar las metáforas fotográficas con las referencias a la fosforescencia que Hooke había incluido en su disertación sobre la memoria, lo primero que salta a la vista son las coincidencias. En ambos casos se trata de analogías tomadas de técnicas avanzadas para la época. Las manipulaciones a base de luz gracias a las sustancias fosforescentes eran espectaculares y fascinantes; a mediados del siglo XIX, la fotografía era un fenómeno igualmente mágico. Por distintos que fueran el carácter y el trasfondo, el efecto público de la fosforescencia y la fotografía era idéntico. Una segunda coincidencia es su función de prueba existencial. Hooke se remitía a la fosforescencia para demostrar que la materia es capaz de retener impresiones luminosas y de este modo hacer plausible que existe una explicación puramente material del modo en que el cerebro humano conserva y reproduce los recuerdos visuales. Las referencias a la fotografía desempeñan una función idéntica. El almacenamiento y la reproducción de las imágenes visuales sobre una placa fotográfica era la prueba de que los estímulos ópticos son capaces de dejar, en un medio idóneo, huellas latentes e irreconocibles que pueden evocar la imagen original aplicando los procedimientos adecuados. Si es posible conservar una impresión en superficies inorgánicas, argumentaba Draper, seguro que también es posible hacerlo en los ganglios idóneos para ello. Este razonamiento es, hasta en su enunciado, una repetición de la observación de Hooke sobre la relación entre la fosforescencia artificial y la «química de la naturaleza» en el cerebro.

Aparte de estas coincidencias, también hay diferencias evidentes. Mientras que las sustancias fosforescentes sólo podían servir para demostrar *que* la materia tiene la capacidad de conservar las impresiones luminosas, en el siglo XIX —gracias a las teorías ópticas y químicas— se puede indicar *cómo* los estímulos luminosos pueden almacenarse de forma reproducible. La fosforescencia era en el siglo XVII un fenómeno casi tan misterioso como la propia memoria visual; por el contrario, en el siglo XIX, la fotografía es una técnica bien comprendida. Además, la fotografía es una técnica mucho más refinada: la sustancia fosforescente conserva sólo la luz indiferenciada, mientras que una placa fotográfica conserva, aparte de la luz, la distribución de la luz, el color, la nitidez y la profundidad.

Sobre el otro término de la comparación —el sustrato neurológico de la memoria— se sabía más en la segunda mitad del siglo XIX que en la época de Hooke.

Se conocía la naturaleza eléctrica de la conducción nerviosa y se suponían los procesos de facilitación. En lo que respecta a la suposición de que los elementos nerviosos de la memoria se hallaban en un estado de «vibración» —la hipótesis de Luys—, cada vez se reducía más la distancia entre la analogía, las vibraciones sobre la placa fotográfica, y los procesos reales o que consideraban reales. Para Luys se trataba incluso de procesos idénticos en medios diferentes. Debido al creciente refinamiento técnico, en el siglo XIX las pruebas existenciales eran más exactas.

Los pasajes de la obra de Ribot y Huber ilustran que esta exactitud tiene un inconveniente. A medida que es posible explicitar más las supuestas coincidencias entre los términos de la comparación, también aparecen con más claridad las *diferencias*. Cuando una hipótesis dice que los estímulos sensoriales causan cambios físicos en el cerebro, del mismo modo que los estímulos luminosos lo hacen en una placa fotográfica, surge la pregunta de qué proceso cerebral corresponde a la fase de revelado de la fotografía. Es precisamente la propia representación gráfica de la fotografía la que permite indicar qué puntos de la teoría presentan lagunas. Lo mismo cabe decir de las objeciones filosóficas a las teorías fisiológicas de la memoria. Al adoptar la metáfora, Huber consigue expresar gráficamente el problema del homúnculo: las impresiones no pueden verse a sí mismas, las fotografías no pueden contemplarse a sí mismas. Las huellas presuponen una conciencia que las interprete.

La estadística pictográfica de la memoria

No todas las metáforas de la fotografía procedían del ámbito de la «fisiología mental»; ni tampoco guardaban siempre relación con la retención fisiológica. La fotografía también ha aportado metáforas para describir procesos mnemónicos específicos, como la capacidad de formar impresiones generales a partir de una serie de impresiones visuales específicas.

En 1877, el *gentleman scientist* inglés Francis Galton fue abordado por el inspector de prisiones con la petición de que llevara a cabo una investigación sobre una posible relación entre determinados tipos de crímenes y los rasgos faciales [52]. En la fisiognomía criminológica se daba casi por sentado que existía tal relación. Se puso a disposición de Galton un gran número de fotografías de delincuentes, junto con datos sobre el delito por el que habían sido condenados. Galton clasificó tres tipos de delitos: 1) asesinato y homicidio; 2) fraude y falsedad en documentos; y 3) delitos sexuales. A continuación hizo clasificaciones provisionales de los retratos esperando obtener así unas «categorías naturales»

[52] F. Galton, *Memories of my life*, Londres, 1908.

de rostros. Este método de trabajo resultó no ser suficiente para realizar un buen análisis cuantitativo. Buscando un procedimiento mejor para calcular los promedios en las relaciones, Galton recordó un efecto que se presenta cuando se utilizan dos linternas mágicas para hacer que una imagen se funda en otra. Al fundir dos imágenes en una, lo común a ambas imágenes se acentúa, y lo que sólo aparece en una de ellas se vuelve borroso. Galton utilizó este efecto en una variante fotográfica. Fotografió una serie de retratos sobre la misma *placa* fotográfica y distribuyó el tiempo de exposición normal en un número de partes igual a la cantidad de retratos. Las fotografías formaban de este modo una «media pictográfica»: así se registraba lo que tenían en común las imágenes, mientras que las singularidades permanecían —literalmente— subexpuestas y desaparecían. Si, por ejemplo, sólo uno de los retratos tenía bigote, este apenas se vería en el retrato compuesto, y si todos tenían bigote, el retrato compuesto mostraría un bigote «medio». Aparte de la media, la *compound photograph* (fotografía múltiple) ofrecía una segunda medida estadística: la desviación. La nitidez de los contornos, observó Galton, dependía de la medida en que los componentes se desviaran de la media: cuanto más se parecían los rostros entre sí, más nítido era el retrato compuesto. Galton hablaba incluso de «estadística pictográfica».

El método de fotografías compuestas fue publicado en 1879 y provocó una oleada de aplicaciones [53]. En revistas ilustradas, pero también en revistas científicas, fueron apareciendo decenas de productos de esta impresionante técnica: retratos compuestos de tuberculosos, de hombres y mujeres, de la misma persona en el transcurso de los años, de miembros de una misma familia, de veinte doctores en filosofía. Galton escogió una serie de ejemplos para el frontispicio de uno de sus libros (véase figura 5.10) [54].

El método resultó inoperante en el caso de los enfermos mentales; según Galton, sus rasgos faciales eran demasiado irregulares para elaborar un retrato compuesto. Una de las aplicaciones más espectaculares fue la elaboración de retratos compuestos de figuras históricas como Alejandro Magno o Cleopatra. De esta última se realizó un retrato compuesto a partir de cinco efigies diferentes conservadas en monedas y medallones. Su reputación de belleza sin par no se vio confirmada: para el «gusto común inglés» —probablemente el del propio Galton—, sus rasgos eran «simplemente horribles».

En un principio, los intentos de Galton de dar un rostro al delito parecieron fructíferos. Se empezaba a sospechar que en efecto existían diferencias sistemáticas entre los rasgos faciales de diferentes tipos de criminales. Así, de un grupo

[53] F. Galton, «On generic images», *Proceedings of the Royal Institution*, 9, 25 de abril de 1879, pp. 161-170. Esta conferencia se incluyó como apéndice en F. Galton, *Inquiries into the human faculty and its development*, Londres, 1883. Las citas proceden de dicho apéndice.

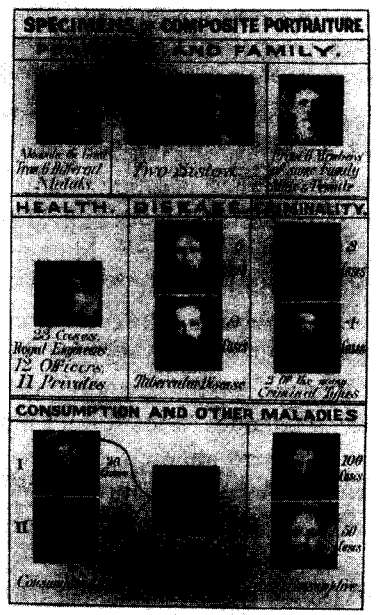
[54] F. Galton, *Inquiries*, frontispicio.

de asesinos Galton obtuvo un rostro medio muy diferente al del grupo de ladrones y estos rostros, afirmó, «ciertamente no eran los de una cara inglesa corriente» (véase figura 5.11).

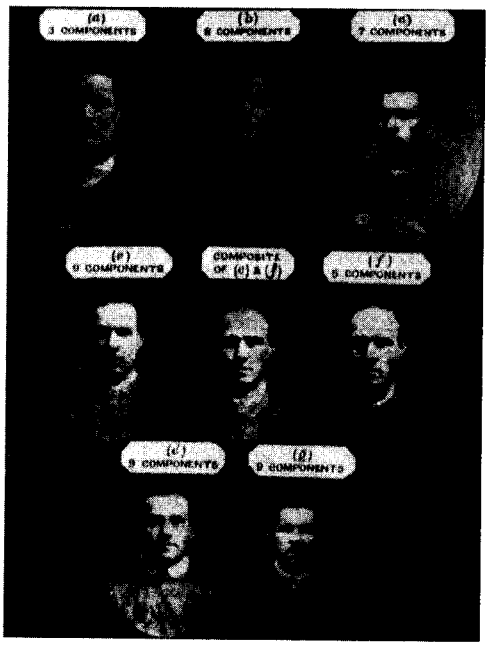
Pero negaba que existieran rostros típicos de asesinos o timadores, pues las diferencias dentro de una misma categoría eran demasiado grandes: «Los rostros individuales son bastante infames, pero son infames de modos diferentes, y al combinarlos, desaparecen las peculiaridades individuales y lo único que queda es la humanidad común de baja estofa» [55]. No había rasgos característicos propios del «tipo ideal» de un criminal, por decirlo de alguna manera. Galton se revolvió con ello frente a un prejuicio muy extendido, aunque admitía que el rostro medio de los criminales desde luego no salía favorecido de la comparación con la expresión de firmeza, inteligencia y honradez tan característica del rostro conjunto de oficiales y soldados de los Royal Engineers.

La fotografía múltiple encontró aplicaciones en la criminología de Lombroso y sus alumnos, y en la investigación antropológica de las diferencias raciales [56]. También en estudios filosóficos sobre la esencia de la belleza aparecían retratos compuestos. El propio Galton utilizó su nueva técnica para su teoría de la memoria. Un problema clásico del empirismo británico y la psicología basada en él era la cuestión de cómo se forman las impresiones generales o las nociones abstractas. Podemos formar en nuestro recuerdo la imagen de un perro concreto, mirando el perro y grabando su imagen en nuestra memoria, pero ¿cómo adquirimos la noción general de «perro»? No hay nada en la realidad que coincida con esta noción: el perro genérico no existe. Galton intentó encontrar una solución a este problema. En su conferencia ante la Royal Institution, la técnica del retrato compuesto le sirvió de metáfora para describir el sustrato neuronal de los procesos mnemónicos [57]. Según Galton, «la base psicológica de la memoria es bastante simple en lo que respecta a sus grandes rasgos. Cada vez que un grupo de elementos cerebrales ha sido excitado por una impresión sensorial, se vuelve, por así decirlo, sensible y propenso a re-caer en un estado similar de excitación. Si la nueva causa de excitación difiere de la original, dará lugar a un recuerdo. Si una misma causa excita simultáneamente diferentes grupos de elementos cerebrales, el resultado tendrá que ser un recuerdo mixto». Es decir, el sustrato físico de la memoria se basa en el hecho de que cada vez que un grupo de neuronas recibe un modelo de estímulos sensoriales, estas neuronas se vuelven más receptivas a modelos similares. Si el mismo modelo activa dos diferentes grupos de células surge lo que Galton llama *a blended memory,* un recuerdo mixto. El hecho de que la me-

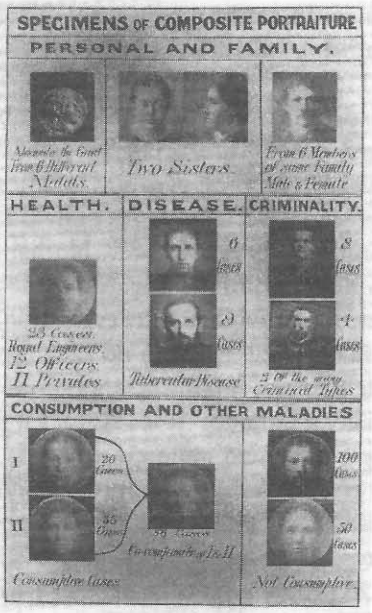
[55] Galton, *Inquiries*, p. 15.
[56] A. Sekula, «The body and the archive», *October*, 39 (1986), pp. 3-64.
[57] F. Galton, «On generic images».



5.10 Ejemplos de *compound photography.* El frontispicio de *Inquiries into human faculty and its development,* de Galton, Londres, 1883.



5.11 Retratos compuestos de criminales.



5.10 Ejemplos de *compound photography*. El frontispicio de *Inquiries into human faculty and its development,* de Galton, Londres, 1883.

5.11 Retratos compuestos de criminales.

moria extraiga lo común de impresiones independientes se debe a que el cerebro tiene la misma estructura funcional que la placa sensible en la fotografía múltiple. Del mismo modo que en un retrato compuesto, las características quedan grabadas con mayor claridad en la memoria visual a medida que aparecen en un mayor número de imágenes. De este modo surgen imágenes más o menos prototípicas de —pongamos por caso— un «perro». Las características únicas de los perros individuales son, por así decirlo, retocadas y borradas por el cerebro. Según Galton, el hecho de que las imágenes visuales en nuestra memoria se basen en huellas compuestas se confirma también en el plano psicológico, pues precisamente los recuerdos que se parecen entre sí suelen acabar mezclados. La fotografía de una montaña más un lago nos evoca una vaga noción de una anterior representación idéntica. Al parecer, el cerebro combina recuerdos en formas que poseen características típicas de categorías. Dado que podemos estudiar con todo detenimiento las características de las imágenes fotográficas, según Galton quizás seremos capaces de sacar conclusiones que arrojen luz sobre un proceso mental que es demasiado fugaz para poder ser estudiado directamente.

En sus *Inquiries*, Galton siguió apoyando su metáfora. Una objeción a su interpretación era que las generalizaciones no vienen determinadas tanto por el número de componentes como por la medida en que estos componentes causan una impresión. Galton respondió que en la fotografía múltiple sucedía exactamente lo mismo, pues si uno de los retratos tenía contornos nítidos, determinaba una parte desproporcionadamente alta del retrato final: «Los casos me parecen exactamente análogos. Resuelvo mi problema fotográfico desenfocando un poco el retrato nítido».

Este último giro sugiere que la metáfora de la *compound photograph* como instrumento heurístico experimental era poco productivo. Galton dio una imagen gráfica de un fenómeno que ya era conocido en la psicología y su metáfora no hacía predicciones sobre procesos hasta entonces desconocidos. Sólo *después* de que le aclararan que las generalizaciones vienen determinadas a menudo por casos que causan mayor impresión que el resto, Galton se dio cuenta de que en su procedimiento fotográfico sucedía algo parecido. La metáfora sólo adquiriría un valor heurístico si una característica de la técnica hubiera conllevado el descubrimiento de un nuevo fenómeno psicológico. Y este no es el caso. Un mérito más duradero de la investigación de Galton reside quizás en el ámbito teórico. La hipótesis de que diferentes recuerdos tienen un sustrato neuronal común y que el cerebro contiene por ello una gran cantidad de «huellas compuestas», fue redescubierto en la psicología de la memoria de los años setenta. Concretamente en la metáfora del holograma para describir el cerebro, nuevamente en el contexto de una técnica fotográfica, con lo que la noción de *composite traces* (huellas compuestas) experimentó un resurgimiento.

La memoria fotográfica: genios matemáticos y portentos del ajedrez

Si Galton presentó una técnica fotográfica específica como analogía de un proceso mnemónico igualmente específico, el psicólogo francés Alfred Binet se dejó llevar en sus investigaciones por la cuestión más general de si las representaciones visuales en la memoria concuerdan o no con imágenes fotográficas exactas. El tipo de memoria visual que popularmente se ha dado por llamar «memoria fotográfica» se relacionó pronto con la fotografía. Maudsley describió en 1868 el caso de un hombre que era capaz de repetir en sentido inverso un texto que acababa de leer. Se trata del tipo de memoria visual, escribe Maudsley, «en el que la persona parece leer una copia fotográfica de anteriores impresiones con los ojos de la mente» [58]. La metáfora de la «memoria fotográfica» es considerablemente más antigua que el tecnicismo «memoria eidética», introducido tan sólo en 1922 [59]. La investigación de Binet, realizada en colaboración con L. Henneguy, se centraba en los procesos mentales de los superdotados para el cálculo y los ajedrecistas. En 1894, Binet y Henneguy presentaron sus descubrimientos en el libro *Psychologie des grands calculateurs et joueurs d'échecs* [60].

En 1892 se personó en la Sorbona un superdotado para el cálculo, un tal Jacques Inaudi, de 24 años de edad. Inaudi procedía de una familia humilde y durante su primera infancia había sido pastor de ovejas. Más o menos a los seis años desarrolló una auténtica pasión por los números. A los siete multiplicaba mentalmente números de hasta cinco cifras. Después de haber exhibido sus habilidades durante mucho tiempo en mercados y ferias, se hizo cargo de él un empresario, que lo llevó por los grandes teatros. A los trece años, Inaudi fue examinado por Broca. Este constató que el joven tenía una cabeza relativamente grande y que el cráneo mostraba diversas irregularidades. Once años más tarde, en 1892, Charcot también realizó una serie de medidas, pero, salvo una ligera asimetría facial, la cabeza no presentaba ninguna característica externa notable. Fue Binet —director del Laboratorio de Psicología de la Sorbona— el encargado de investigar el interior.

En primer lugar se interrogó a Inaudi sobre sus antecedentes y sus quehaceres actuales. La conversación proporcionó una descripción bastante heterogénea del joven genio matemático. Binet señaló que Inaudi había nacido en una familia pobre, que sus hermanos habían intentado en vano aprender el arte del cálculo mental, que era pequeño de estatura, que era ambidextro, que su oído y su vista eran normales, que tenía un carácter tranquilo y era perezoso, pasaba

[58] H. Maudsley, *The physiology of mind* (1868), Londres, 1876, p. 518.
[59] Y se encargó de ello Erich Jaensch, «Über die subjectiven Anschauungsbilder», *Bericht über den Kongress für experimentelle Psychologie*, 7 (1922).
[60] A. Binet, y L. Henneguy, *Psychologie des grands calculateurs et joueurs d'échecs*, París, 1894.

sus días principalmente jugando a las cartas y al billar, comía y dormía mucho, sólo recordaba los sueños en los que aparecían números, tenía una letra infantil y así sucesivamente. Binet incluso mencionó que las necesidades sexuales de Inaudi estaban bien desarrolladas. Lo más notable era su ignorancia general y su excepcional falta de memoria para las cuestiones prácticas: «Su mente contiene amplias regiones que todavía no se han cultivado». Quizás fuera esta una condición necesaria para sus desconcertantes dotes aritméticas, pensó Binet, pues «los cálculos mentales, con las inmensas cantidades de números que entran en movimiento, ocupan mucho lugar; por ello precisan grandes espacios vacíos» [61].

Las habilidades de cálculo de Inaudi eran en efecto desconcertantes. Mentalmente y en un abrir y cerrar de ojos, era capaz de restar entre sí números de 21 cifras, calcular la raíz cuadrada de un número de 9 cifras y en unos cuantos instantes calcular cuántos segundos entran en dos años, 48 días y 12 horas. Su memoria debía de tener por fuerza una enorme capacidad: calculando mentalmente recordaba no sólo las cifras del problema aritmético y la solución, sino también las de los resultados intermedios. Al final de la función, Inaudi era capaz de reproducir sin equivocarse todos los problemas y soluciones: en total, más de doscientas cifras.

Binet investigó primero si otras funciones mnemónicas de Inaudi estaban igualmente desarrolladas. La memoria para las letras sueltas suele ser igual a la de las cifras sueltas; después de oírlos una sola vez, la mayoría de las personas son capaces de reproducir cerca de 7 elementos: la «amplitud» de la memoria. Inaudi no sabía reproducir más de 5 letras sueltas. La «amplitud» de su memoria numérica era igualmente espectacular: 42 cifras. Imaginemos: alguien lee un número de teléfono de 42 cifras; Inaudi era capaz de recordarlo. A base de repeticiones podía memorizar hasta más de 100 cifras. Además se producía un efecto de inicio y de proximidad: a Inaudi le costaba más reproducir la parte central de una serie, es decir, entre el número 40 y el 70, que el principio y el final. A la hora de registrar los datos, Inaudi procedía de forma puramente auditiva. Los directores de la prueba le leían lentamente los problemas aritméticos y luego él los repetía, musitando para sus adentros. Cuando Binet le ordenó que canturreara mientras calculaba, la solución le costó el doble de tiempo. Inaudi no sabía resolver problemas que le fueran presentados tan sólo visualmente, en una pizarra o en un pedazo de papel.

El talento auditivo de Inaudi contrastaba de forma marcada con el método de trabajo de otro virtuoso del cálculo que también había acudido al laboratorio de Binet, el griego Pericles Diamandi. Las pruebas demostraron que

[61] Estos son con bastante exactitud los términos en que se expresa la relación entre la capacidad de cálculo y de memoria de los ordenadores.

Diamandi tenía una memoria muy diferente de la de Inaudi. Mientras que Inaudi «oía» las cifras, Diamandi las «veía». Parecía disponer de una memoria fotográfica. Binet realizó algunos experimentos ingeniosos para averiguar si esta metáfora podía realmente aplicarse a la memoria de Diamandi.

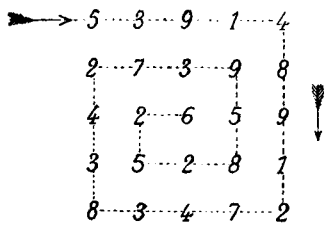
En primer lugar, razonó Binet, alguien que esté dotado de una memoria realmente fotográfica tendrá que poder reproducir sin mayor esfuerzo los colores de las cifras que se le muestren. Pidió a Diamandi que grabara en su memoria una matriz de cinco por cinco con 25 cifras negras. Tiempo medio de aprendizaje: 3 minutos. A continuación, Diamandi aprendió una matriz de 25 pequeñas cruces de seis colores diferentes. Necesitó para ello una media de 8 minutos. Por último aprendió una matriz con 25 cifras de colores. Tiempo de aprendizaje: 8 minutos. De ello se desprende que la memoria cromática es independiente de la numérica: si Diamandi observaba una *photographie mentale*, en todo caso no era una fotografía en color [62]. Este descubrimiento coincidía con el testimonio introspectivo de Diamandi: declaró que primero aprendía las cifras y luego los colores.

La metáfora de la memoria fotográfica sugirió un segundo experimento. Si Diamandi «lee» realmente una foto mental, podrá hacerlo con igual facilidad de izquierda a derecha —la dirección normal— que de derecha a izquierda. En realidad, Diamandi reproducía tres veces más rápido de izquierda a derecha que de derecha a izquierda.

Si bien la metáfora de la memoria fotográfica dilucidaba poco los procesos mentales y mnemónicos de los superdotados para el cálculo, la nueva prueba demostró que la metáfora sí era exacta en lo que respecta a la diferencia entre la representación auditiva y visual. Binet pidió a Inaudi y a Diamandi que aprendieran una matriz de 25 cifras. A Inaudi le leyeron los números línea por línea, mientras que a Diamandi le presentaron la matriz escrita en un papel. Diamandi aprendió la matriz en 3 minutos. Inaudi mucho más rápido: en 45 segundos. Ambos necesitaron más o menos el mismo tiempo para reproducirla línea por línea. Pero cuando Inaudi y Diamandi tuvieron que reproducir las cifras en forma de espiral (véase figura 5.12), Diamandi lo hizo mucho más rápido: en 36 segundos, frente a los 80 de Inaudi.

Binet aportó una explicación elegante para esta pauta de tiempos de aprendizaje y recuperación. Cuando se presentan auditivamente, las cifras sólo están ordenadas en el tiempo. Es como si estuvieran una detrás de otra en una línea recta, una ordenación unidimensional. En el caso de la presentación visual de Diamandi, las cifras están ordenadas bidimensionalmente. Por ello le costaba

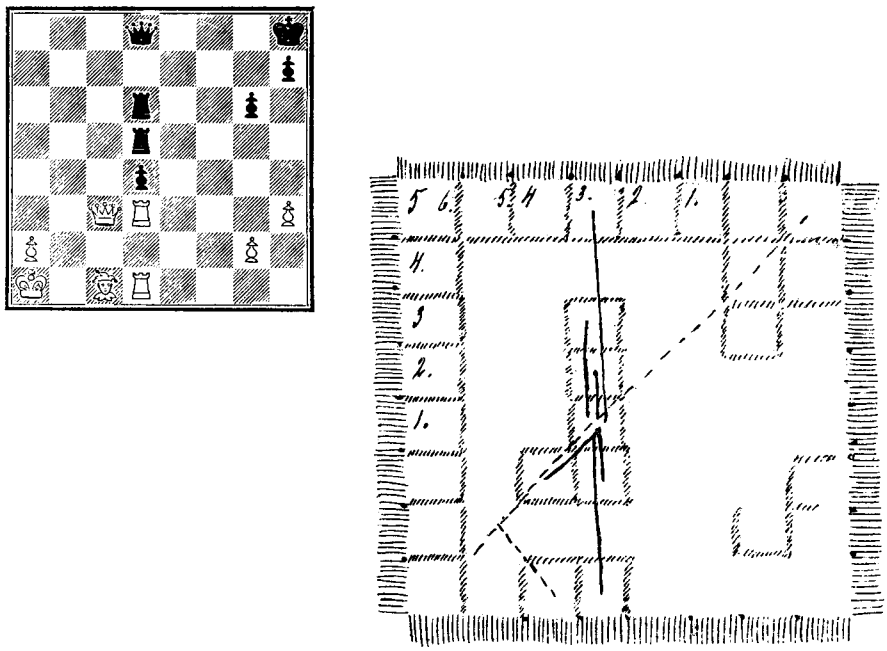
[62] Por otra parte, de estos mismos datos se desprende que estas dos operaciones mnemónicas no son *estrictamente* independientes, pues en tal caso el aprendizaje de las cifras coloreadas tendría que requerir 11 minutos: 3 para las cifras más 8 para los colores.



5.12 Matriz de 25 cifras, utilizada por Binet en su investigación sobre la memoria de los genios matemáticos.

un poco más aprenderlas. Pero para poder reproducirlas en forma de espiral, es preciso ordenar las cifras bidimensionalmente. Para ello Inaudi tenía que convertir su línea en un cuadrado, de ahí que la recuperación le exigiera más tiempo. La conclusión era que un tipo de memoria enfocada a lo visual quizás no tenga mucho de memoria fotográfica, pero que hay un aspecto esencial —un orden unidimensional y bidimensional— en que los procesos de la memoria visual se parecen más a la lectura de una foto que los procesos de una memoria auditiva.

Binet relativizó de forma similar los resultados de su investigación sobre el pensamiento y el recuerdo de los ajedrecistas que juegan a ciegas. Al igual que Diamandi, estos ajedrecistas, que pueden jugar mentalmente diez partidas simultáneas y que luego son capaces de reproducirlas sin equivocarse tampoco disponían de una imagen de la realidad en una especie de «espejo interior», como supuso en un principio Binet. Un estudio demostró que la imagen que «ven» la mayoría de estos ajedrecistas es una abstracción extrema de la realidad. En este proceso de abstracción, la experiencia del ajedrecista desempeñaba un papel crucial. Una posición no era recordada como una colección de piezas sueltas, sino como un patrón coherente, como un acorde para un músico. A los ajedrecistas no les cuesta recordar una partida porque los desarrollos tienen para ellos un *significado*. Una persona que no sepa jugar al ajedrez tendrá tantas dificultades para recordar una partida como un analfabeto que aprende una frase en forma de serie de letras sueltas. El hecho de que los ajedrecistas que juegan a ciegas sólo «vean» la parte del tablero que interesa para el desarrollo de la partida demuestra también que la imagen mental es una abstracción. El color y las formas exactas de las piezas no desempeñan papel alguno en esta abstracción. Un dibujo del ajedrecista Sittenfeld es un ejemplo característico del tipo de imágenes que han descrito muchos ajedrecistas después de una partida a ciegas: Sittenfeld recordaba una posición como una especie de «campo de fuerzas», un patrón de posibles movimientos (fig. 5.13). Esta imagen mental se basaba en una memoria geométrico-visual muy desarrollada y era el resultado de una se-



5.13 Posición de ajedrez (izquierda) e imagen mental de esta posición (derecha), dibujada por el ajedrecista Sittenfeld, después de una partida a ciegas.

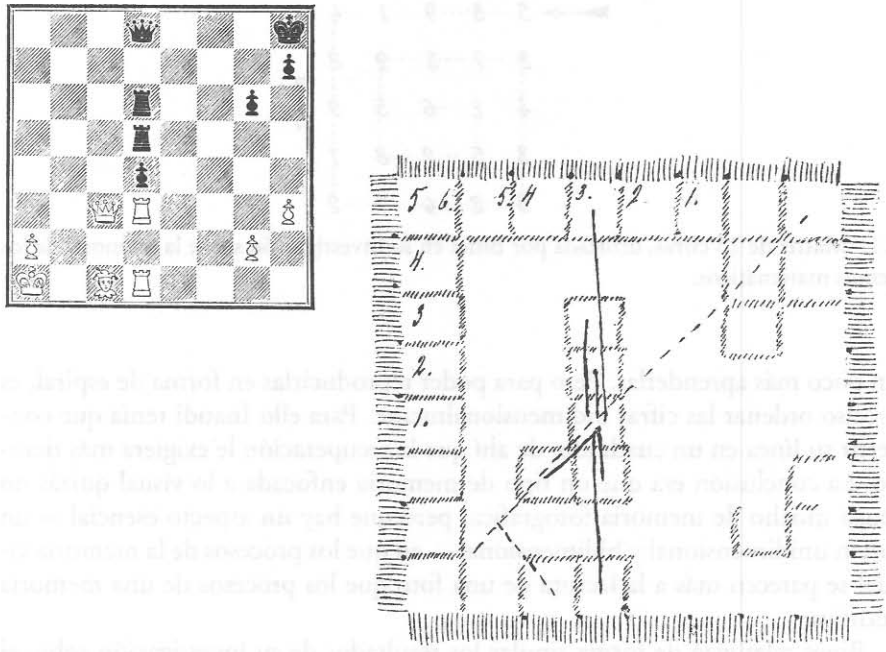
lección estricta y experta. La imagen mental y la realidad guardan la misma relación entre sí, escribía Binet, que el retrato del pintor y la fotografía.

Las líneas finales del estudio de Binet sobre el pensamiento y el recuerdo de los genios matemáticos y los ajedrecistas rezaban así:

> Se puede intentar escudriñar estos fenómenos y examinarlos con lupa, pero nunca se podrá captar con palabras exactas la complejidad de la vida intelectual. Si se pudiera ver lo que sucede en la cabeza de un ajedrecista, se apreciaría un mundo trepidante de percepciones, imágenes, ideas, movimientos y pasiones, un interminable hormiguero de estados de conciencia, de los cuales incluso nuestras descripciones más refinadas no son más que esquematizaciones toscas y simples[63].

La velocidad de cálculo, la «amplitud» de la memoria, la reproducción de colores y cifras, la capacidad de memorizar los patrones de ajedrez, todos estos fenómenos pueden aislarse en beneficio del experimento y de la teoría, pero en la conciencia humana están inextricablemente ligados.

[63] Binet, y Henneguy, *Psychologie*, p. 339.



5.13 Posición de ajedrez (izquierda) e imagen mental de esta posición (derecha), dibujada por el ajedrecista Sittenfeld, después de una partida a ciegas.

lección estricta y experta. La imagen mental y la realidad guardan la misma relación entre sí, escribía Binet, que el retrato del pintor y la fotografía.

Las líneas finales del estudio de Binet sobre el pensamiento y el recuerdo de los genios matemáticos y los ajedrecistas rezaban así:

> Se puede intentar escudriñar estos fenómenos y examinarlos con lupa, pero nunca se podrá captar con palabras exactas la complejidad de la vida intelectual. Si se pudiera ver lo que sucede en la cabeza de un ajedrecista, se apreciaría un mundo trepidante de percepciones, imágenes, ideas, movimientos y pasiones, un interminable hormiguero de estados de conciencia, de los cuales incluso nuestras descripciones más refinadas no son más que esquematizaciones toscas y simples [63].

La velocidad de cálculo, la «amplitud» de la memoria, la reproducción de colores y cifras, la capacidad de memorizar los patrones de ajedrez, todos estos fenómenos pueden aislarse en beneficio del experimento y de la teoría, pero en la conciencia humana están inextricablemente ligados.

[63] Binet, y Henneguy, *Psychologie*, p. 339.

La huella inmóvil, la imagen congelada

Según Binet, el hecho de que nuestras descripciones más refinadas no ofrecieran en realidad más que «esquematizaciones toscas y simples», podía aplicarse *a fortiori* a las metáforas técnicas empleadas para describir los procesos psíquicos. Algunos años antes de que iniciara su investigación sobre los genios matemáticos ya criticó la metáfora de Galton sobre la *compound photography* [64]. Binet consideraba poco sutil la idea de que la memoria humana hace las veces de una placa fotográfica sobre la cual las impresiones independientes se funden de forma puramente mecánica en una imagen genérica. Si el ojo humano ocupaba el lugar del objetivo en el aparato de Galton y se le presentaba una serie de imágenes visuales, en el cerebro no surgiría en ningún caso el equivalente a una fotografía múltiple. Que algo nos impresione o no, depende de la atención, las emociones, el interés y las ideas previas. Ninguno de estos factores desempeña un papel en la fotografía múltiple. A juicio de Binet, la maquinaria óptica de Galton fallaba seriamente como metáfora de la formación de representaciones genéricas.

Binet dirigió con cierta ironía sus críticas a una variante de la metáfora de la fotografía que intentaba describir los cambios que pueden experimentar los recuerdos en la memoria. Si bien la mayor parte de las metáforas fotográficas imprimían un carácter estático a la memoria, por lo menos el fundido gradual de imágenes visuales en una «imagen media» —por muy mecánico que fuera este proceso para Galton— implicaba un *movimiento*. Si recordamos el desarrollo de la fotografía a partir de la cámara oscura y las huellas que ha dejado en la psicología de la memoria, veremos que este es el contraste más claro: que las imágenes móviles sobre el fondo de la cámara oscura se asociaban al cambio y la deformación, mientras que la exposición de una placa sensible se convirtió en una metáfora del registro de una imagen inmóvil e invariable. Con una cámara de fotografiar se fijaban las imágenes, en los dos sentidos de la palabra.

Los desarrollos de la técnica óptica y la química de las sustancias sensibles a mediados del siglo XIX permitieron a los neurólogos y psicólogos seguir la imagen visual de la retina hasta llegar a la memoria visual, en un lugar más profundo del cerebro; al mismo tiempo, hubo que aceptar que la imagen mental perdía su variabilidad. Una metáfora como la de Hildebrand sobre las sombras y fantasmas retocados y coloreados que se proyectan en el alma sólo puede aplicarse a la cámara oscura; aunque los fotógrafos retocaban sus fotografías a más no poder, como metáfora de la memoria la fotografía se asociaba con copias

[64] A. Binet, *La psychologie du raisonnement*, París, 1886, pp. 107 y s. Ya en 1878 apareció un artículo francés sobre esta nueva técnica: F. Galton, «Les images génériques», *Revue scientifique*, XVII (1878), 2e Série, pp. 221-225.

exactas y permanentes de la realidad. Por otra parte, la metáfora de la fotografía ofrecía características muy atractivas. A diferencia de los dibujos o pinturas, las fotografías eran el resultado de un procedimiento semiautomático: una vez preparada, la cámara dejaba que el paisaje, el desnudo o el bodegón se registrara a sí mismo, sin que fueran necesarias más intervenciones. El estímulo óptico se abría camino entre la lente y la placa, la entrada y la huella. Mientras que en la cámara oscura cada imagen borraba la anterior, en la cámara de fotografiar se conservaba una huella, en una forma que no tenía nada que ver con una copia visual. Sólo el revelado de la placa volvía a transformar, como por arte de magia, la huella en una imagen óptica. Almacenada en la placa, la imagen era una huella latente, «hundida, inoperante, inadvertida», como las huellas en los *eikons* de los que hablaba Aristóteles. No es de extrañar que esta fuera para neurólogos y psicólogos una analogía irresistible, especialmente idónea para transformar el cerebro en un instrumento que no guarda copias exactas, sino una sedimentación latente de la experiencia. El hecho de que con esta sedimentación las imágenes se quedaran paradas, que el cambio de la experiencia se congelara hasta convertirse en una huella neuronal inmóvil, se aceptaba como un mal menor.

Las imágenes mentales tuvieron que esperar hasta final de siglo para entrar en movimiento. Y no es difícil adivinar qué técnica hizo posible semejante proeza.

Para reproducir el movimiento de un desfile de soldados, explicó Henri Bergson, hay un método eficaz; es preciso

> hacer una serie de instantáneas del regimiento que desfila y proyectarlas sobre una pantalla de modo que se sucedan rápidamente. Así funciona el cinematógrafo. Con fotografías sucesivas que reflejan el regimiento en una postura inmóvil, se reconstruye su movimiento mientras desfila. Bien es cierto que si sólo tuviéramos las fotografías, nunca las veríamos moverse, por mucho que las contempláramos; pues con la inmovilidad, por mucho que se yuxtaponga un número infinito de pequeñas inmovilidades, no conseguiremos nunca crear movimiento. Para que las imágenes adquieran vida, es preciso que haya movimiento en algún lugar. Y en efecto, aquí hay movimiento: en el aparato. El rollo cinematográfico gira y hace aparecer una por una las diferentes fotografías del espectáculo, y gracias a ello cada persona que actúa en el espectáculo recupera su movilidad: borda, por así decirlo, todas sus sucesivas posturas en el movimiento invisible del rollo cinematográfico. [...] Esta es la técnica del cinematógrafo. Y así es también la de nuestro conocimiento[65].

[65] H. Bergson, *L'évolution créatrice*, París, 1907; ed. *De scheppende evolutie*, Amsterdam, 1925, pp. 391-392. En una nota, Bergson menciona que anteriormente presentó esta metáfora en una serie de clases sobre la noción del tiempo ante el Collège de France. Estas clases las dio entre 1902 y 1903. El cinematógrafo fue descubierto en 1895.

De este modo, el descubrimiento de los hermanos Lumière proporcionó por fin una metáfora para una memoria que no sólo guardaba las imágenes, sino que también las movía. Pues, ¿acaso la memoria humana no era, al igual que el cinematógrafo, una combinación de movimiento e inmovilidad, un mágico matrimonio entre cámara oscura y fotografía?

CAPÍTULO 6

ORDENADOR Y MEMORIA

Después del descubrimiento de la fotografía y del fonógrafo, ninguna técnica nueva ha fascinado tanto como el ordenador. Los primeros ordenadores empezaron a utilizarse durante la Segunda Guerra Mundial. Sus actividades inspiraron desde el principio a matemáticos, filósofos y psicólogos a reflexionar sobre la relación entre el pensamiento humano y el comportamiento de las máquinas. A partir de la década de los cincuenta, el ordenador fue la metáfora dominante en la ciencia cognitiva, el ámbito de investigación centrado en la adquisición de conocimientos. Esta hegemonía perduró hasta mediados de los ochenta.

En más de una ocasión se ha señalado que, en su estilo y sus métodos, la psicología de posguerra se asemeja más a la psicología que se practicaba a finales del siglo XIX, que a la que marcaba la tónica en la primera mitad de nuestro siglo [1]. Esta observación viene corroborada por el uso que los psicólogos han hecho de las metáforas en los diferentes períodos. Mientras los psicólogos del siglo XIX incluían en sus teorías de la memoria los principales descubrimientos realizados en el ámbito de la memoria artificial y la comunicación, esta tendencia es mucho menor en las teorías de las décadas precedentes a la Segunda Guerra Mundial. El estilo de la elaboración de teorías psicológicas del período de entreguerras parece apartarse de lo que vino antes y después.

La escasa frecuencia de metáforas en las teorías y publicaciones psicológicas se evidencia en los recuentos que realizaron Gentner y Grudin [2]. Ambos investigadores utilizaron el *Psychological Review* como fuente y anotaron la cantidad de metáforas de los procesos psicológicos que aparecían en el primer número de

[1] H. Gardner, *The mind's new science. A history of the cognitive revolution*, Nueva York, 1985.
[2] D. Gentner, y J. Grudin, «The evolution of mental metaphor in psychology: a 90-year perspective», *American Psychologist*, 40 (1985), pp. 181-192.

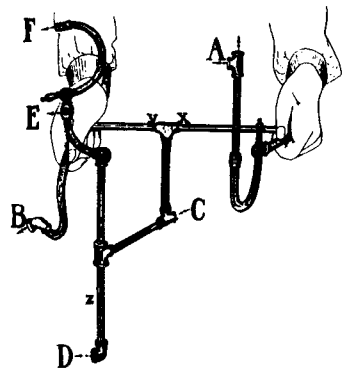
los años 1894, 1905, 1915 y de 1925 a 1985. De los tres períodos en que clasificaron su material (1894-1905, 1925-1945, 1955-1985), el período central mostraba una regresión significativa. Lo atribuyeron a la influencia del conductismo; según ellos, la exclusión de las referencias a procesos mentales no observables eliminó al mismo tiempo la necesidad de utilizar metáforas. Para describir el vínculo entre estímulo y respuesta, bastaba con la metáfora de la central telefónica, que en efecto fue utilizada a menudo por los conductistas; suponían que otros descubrimientos técnicos de aquella época no habrían podido relacionarse de forma coherente con la psicología del estímulo y la respuesta.

Pero a partir de este análisis no podemos sacar la conclusión de que la participación de las metáforas conductistas fuera escasa. Es posible que la frecuencia y la heterogeneidad fuera menor, pero las metáforas que sí se utilizaban, incluso para describir el aprendizaje y la memoria, adquirieron una posición central en las teorías sobre la conducta humana. Precisamente en el neoconductismo —que al igual que el conductismo clásico se centraba en la conducta externa, pero que a la hora de explicar la conducta admitía referencias a procesos no observables— se manejaban metáforas que anticipaban las ideas que se suelen atribuir al auge del ordenador. Las metáforas de los conductistas no forman un *contraste* con las de la psicología cognitiva, como se afirma a menudo en las crónicas sobre la revolución cognitiva, sino que han sido más bien sus *precursoras*.

La maquinaria de la conducta

En la década de los veinte y treinta, algunos neoconductistas como Tolman y Hull utilizaron profusamente las metáforas [3]. Es sabido que ambos investigadores recurrían a imágenes espaciales: Hull utilizaba sistemas electromecánicos; Tolman ordenaba sus ideas en mapas y diagramas: «Sólo me siento cómodo cuando he traducido mis razonamientos en diagramas» [4]. Tolman se dejó inspirar sobre todo por la metáfora gemela del laberinto y el mapa *(maze* y *map)*. El laberinto era un instrumento que se utilizaba en la investigación sobre el aprendizaje de (principalmente) las ratas, pero que también conocían variantes más complicadas que se utilizaban en los experimentos con sujetos experimentales (véase figura 6.1). El mapa era la representación en la memoria del conocimiento espacial adquirido durante el aprendizaje. Estos mapas podían ser «amplios y extensos» o «estrechos y en forma de tiras». La «oficina central» del sistema nervioso, explicaba Tolman, «se parece mucho más a una sala de control

[3] L. D. Smith, «Metaphors of knowledge and behaviour in the behaviour tradition», D. E. Leary (ed.), *Metaphors in the history of psychology*, Cambridge Mass., 1990, pp. 239-266.
[4] E. C. Tolman, citado en Smith, «Metaphors», p. 244.



6.1 *Maze* o el laberinto tridimensional de tubos de cobre, utilizado en la investigación sobre el aprendizaje de la motricidad. El sujeto experimental tenía que desplazar una bola de acero de A hasta una abertura previamente indicada.

cartográfico que a una anticuada central telefónica» [5]: a fin de cuentas en una central telefónica no se procesan ni comparan las señales entrantes, como se hace en una sala de control, sino que simplemente se conectan a través de «conmutadores individuales para cada respuesta saliente».

Para Tolman y sus colaboradores, las metáforas del laberinto y el mapa hacían las veces de programa de investigación: cada problema se transformaba en el diagrama de un laberinto y a continuación se investigaba cuáles eran sus implicaciones [6]. La metáfora del mapa, en un principio diseñada para ordenar las teorías sobre el aprendizaje y la memoria, se amplió hasta la propia investigación científica, que debido a ello se transformó en una especie de cartografía: «A nuestro entender, la ciencia nos proporciona tan sólo un mapa y una imagen de la realidad» [7], es una de las maneras con la que intentamos orientarnos en «ese gran laberinto dado por Dios que es nuestro mundo humano» [8].

Clark Hull, coetáneo de Tolman, había estudiado ingeniería. En sus años de estudiante fabricó una «máquina lógica», accionada por medio de una manivela, que producía todas las conclusiones válidas de un silogismo [9]. En los años veinte diseñó un autómata que calculaba los coeficientes de correlación (y que actualmente se conserva en el Smithsonian Institute). En aquella época escribió en su diario intelectual —su «Idea Books» de 1927/1928— la observación de que «todos los tipos de acción, incluidas las formas supremas de acción y pensa-

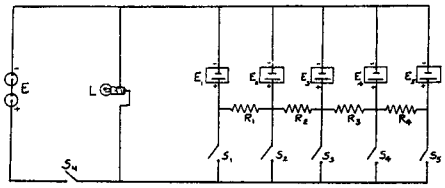
[5] E. C. Tolman, «Cognitive maps in rats and men», *Psychological Review*, 55 (1948), pp. 189-208.
[6] Smith, «Metaphors», p. 246.
[7] E. C. Tolman, *Purposive behaviour in animals and men*, Nueva York, 1932, p. 424.
[8] Tolman, «Cognitive maps», p. 208.
[9] M. Gardner, *Logic machines, diagrams, and Boolean algebra*, Nueva York, 1958.

miento inteligentes y reflexivas, pueden manejarse desde un punto de vista puramente materialista y mecanicista» [10]. Sus máquinas realizaban «trabajos mentales»; eran, según Hull, «máquinas psíquicas». En un momento dado, Hull tuvo la idea (que nunca llegó a realizarse) de instalar sus creaciones en un museo especial para «máquinas psíquicas» en Yale.

En 1926 Hull enunció, como núcleo de su «enfoque de robot», la idea de que en principio una máquina puede emular los procesos mentales. El diseño de semejante máquina nos obligaría a realizar un análisis exacto del pensamiento: «Reflexionar sobre la esencia de un mecanismo como éste sería probablemente el mejor modo de analizar los requisitos esenciales del pensamiento, responder a relaciones abstractas entre las cosas, y así sucesivamente» [11]. A este temprano enunciado de la lógica de la investigación de simulación le siguió la elaboración de analogías mecánicas y electroquímicas para describir los procesos de condicionamiento [12]. En la década de los treinta, Hull y sus colaboradores perfeccionaron estas analogías. Uno de sus artículos finalizaba con la constatación de que si fuera posible duplicar las respuestas más complejas, «se habría despejado el camino para diseñar mecanismos que manifestaran muchos de los comportamientos adaptativos que para muchos psicólogos implican a la mente. Es posible que en una fecha no muy lejana, el concepto de «máquina psíquica» deje de ser una paradoja» [13]. Está claro: Hull alimentaba su tenaz optimismo con sus propias analogías. La figura 6.2 reproduce el diagrama de cableado de una «máquina psíquica» que tenía que emular los procesos por los cuales los organismos naturales aprenden y olvidan.

Para Hull y sus colaboradores, la construcción de tales modelos era una contribución al programa que había de eliminar el «misticismo» en la psicología [14]. El misticismo era para ellos explicar los actos en términos de «alma, espíritu, ego, mente, conciencia o *Einsicht*». Los modelos mecánicos obligarían a los místicos a volver gradualmente a las partes más inaccesibles de la psicología. En la lucha contra el lenguaje mentalista se esperaba mucho de las mejoras técnicas que se incorporaban a las «máquinas psíquicas». Un juicio definitivo sólo podría emitirse cuando se hubiese dedicado la misma inventiva a los modelos mecánicos que a la máquina de vapor, el electromotor o la prensa. Un desarrollo en esta dirección era muy factible, opinaban, puesto que «dado que la industria

[10] Citado en Smith, «Metaphors», p. 249.
[11] Citado en Smith, «Metaphors», p. 250.
[12] Para un prototipo de una analogía similar véase: C. L. Hull, y H. D. Baernstein, «A mechanical parallel to the conditioned reflex», *Science*, 70 (1929), 14-15.
[13] H. D. Baernstein, y C. L. Hull, «A mechanical model of the conditioned reflex», *Journal of General Psychology*, 5 (1931), pp. 99-106 (106).
[14] R. G. Krueger, y C. L. Hull, «An electro-chemical parallel to the conditioned reflex», *Journal of General Psychology*, 5 (1931), pp. 262-269 (267).



6.2 Modelo electroquímico del reflejo condicionado. La batería en E está conectada a la lámpara L. Las casillas E1-E5 son *storage cells* o células de almacenamiento, separadas entre sí por las resistencias R1-R4. El pulsador en Su representa el estímulo incondicionado: cuando hace contacto, se enciende la lámpara (la respuesta incondicionada). Para simular el condicionamiento, el director de la prueba pulsa, además del botón Su, uno de los botones S1-S4, por ejemplo S2. Entonces, no sólo se encenderá L, sino que se cargará parcialmente la batería de almacenamiento E2. Volviendo a pulsar estos dos botones, la presentación simultánea de dos estímulos, se carga aún más E2, por lo que finalmente bastará con pulsar S2 para encender L, y S2 se habrá convertido así en un estímulo condicionado. La creciente fuerza de S2 se manifiesta en la progresiva claridad de L, la «curva de aprendizaje».

Las baterías también pueden cargarse si la fuerza de la batería contigua supera la resistencia, lo cual coincide con el «sobrecondicionamiento». El efecto conjunto de dos estímulos independientes se manifiesta en la mayor claridad de L cuando se pulsan a la vez dos botones. Incluso la «recuperación espontánea», el fenómeno de que una reacción condicionada apagada vuelva a presentarse después de un tiempo, tiene una analogía en el sistema: cuando las baterías de almacenamiento parecen haberse vaciado, basta intercalar un período de descanso para lograr una nueva reacción. Por último, el «olvido» equivale al vaciado gradual de las baterías, aunque no se utilicen.

moderna exige constantemente que las máquinas incrementen cada vez más su grado de automatización, es posible que la ultraautomatización del tipo de mecanismos considerados aquí ocupe un lugar importante» [15]. Estas resultaron palabras proféticas.

En una anterior publicación, Hull había expresado aún más claramente la lógica subyacente a sus modelos electroquímicos. Si la explicación propuesta para el comportamiento era realmente buena, tenía que ser posible construir mecanismos «que pongan verdaderamente de manifiesto cualidades de inteligencia, criterio y finalidad, y que en este sentido sean realmente psíquicos» [16]. No cabe imaginar conexión más estrecha entre teoría psicológica y máquina, entre explicación y diseño mecánico. Un buen psicólogo era medio ingeniero.

Al igual que en el caso de Tolman, para Hull las metáforas hacían las veces de esquema de ordenación también fuera de la investigación directa. Las bue-

[15] Krueger, y Hull, «Electro-chemical parallel», p. 268.

[16] C. L. Hull, «Simple trial-and-error learning: A study in psychological theory», *Psychological Review*, 37 (1930), pp. 241-256.

nas simulaciones se componían de «jerarquías de control» para regular los submecanismos. Las teorías científicas se elaboraban de acuerdo con una jerarquía deductiva de leyes, un reflejo de la estructura jerárquica de la realidad. Incluso la estructura social que Hull imponía a su propia investigación parecía inspirada en la idea de una máquina jerárquica [17]. En la cima se hallaba un selecto grupo de teóricos («postulantes»). Estos pasaban sus trabajos a un escalón inferior de «deductores» o *logic-grinders*, matemáticos y lógicos que debían inferir el mayor número posible de hipótesis a partir de los postulados teóricos. El nivel inferior era el de los «experimentadores», casi siempre estudiantes de doctorado, que sometían las hipótesis a comprobación empírica. Si en el caso de Tolman, el investigador científico conservaba la serena dignidad de un cartógrafo, en el de Hull no era más que un engranaje en la febril maquinaria de la actividad científica.

Hull no fue el único investigador que desarrolló modelos mecánicos para describir los procesos psicológicos. Ya antes de la Primera Guerra Mundial, el conductista Meyer había recomendado el desarrollo de analogías mecánicas del aprendizaje y el olvido como estrategia para lograr una psicología científica sólida. Para él, tales analogías eran «una demostración de la posibilidad de que exista un "organismo" capaz de aprender y olvidar, que no obedezca a ningún tipo de fantasma, sino sólo a las leyes de la mecánica» [18]. En la década de los treinta, diversos investigadores de tendencia neoconductista publicaron de forma independiente sendos modelos mecánicos [19]. El trasfondo de estos modelos era siempre el mismo: aversión por el lenguaje mentalista y el deseo de establecer una correspondencia lo más estrecha posible entre teoría y diseño mecánico.

De hecho, la tradición neoconductista recurría con ello a dos características esenciales de la metáfora del ordenador que empezaría a ejercer influencia sólo a partir de la década de los cincuenta. Y esto saca a la luz una situación aparentemente absurda. Al fin y al cabo, la metáfora del ordenador se convirtió en la metáfora predominante de una orientación en la psicología que precisamente se presentaba como la *antítesis* del conductismo. ¿Por qué el ordenador, la máquina que tenía todo lo que había soñado Hull, la máquina con la *ultra automaticity*, no fue anexionada sin rodeos al conductismo? Para poder contestar a esta pregunta es preciso analizar el trasfondo histórico del ordenador.

[17] Smith, «Metaphors», p. 254.

[18] M. Meyer, «The comparative value of various conceptions of nervous function based on mechanical analogies», *American Journal of Psychology*, 24 (1913), pp. 555-563.

[19] Véanse entre otros J. M. Stephens, «A mechanical explanation of the law of effect», *American Journal of Psychology*, 41 (1929), pp. 422-431; A. Walton, «Conditioning illustrated by an automatic mechanical device», *American Journal of Psychology*, 42 (1930), pp. 110-111; H. Bradner, «A new "mechanical learner"», *Journal of General Psychology*, 17 (1937), pp. 414-419.

El cerebro electrónico

La historia del ordenador es la historia del estrecho vínculo entre técnica y teoría, entre aparatos e ideas. En el ordenador convergen dos líneas de desarrollo. Una arranca en los relojeros del siglo XVII y los fabricantes de autómatas y androides, pasando por las innovaciones en la metalurgia y la fabricación de instrumentos de precisión, los inventores de mecanismos de transmisión hasta —en nuestro tiempo— los especialistas en electrónica y microfísica. La otra línea recorre la historia de la matemática y la lógica, la filosofía y la lingüística. Vernon Pratt describe la historia de la inteligencia artificial como una sucesión de tres «proyectos», vinculados a los nombres de Leibniz, Babbage y Turing, precisamente tres investigadores dotados de un doble talento que les permitió contribuir tanto al desarrollo técnico como al conceptual [20].

A finales del siglo XVI se produjo un rápido aumento del interés por la aplicación de las matemáticas. Este interés venía dictado por problemas prácticos. El comercio de ultramar exigía unos métodos de navegación seguros, en que la cuestión más urgente era determinar la longitud geográfica. Mentes tan eminentes como Néper, Pascal, Leibniz, Boyle, Huygens y Hooke intentaron resolver este problema, en vano, pues tan sólo a mediados del siglo XVIII los timoneles pudieron navegar con la certeza deseada gracias a los cronómetros de precisión de Harrison. El desarrollo de nuevos métodos de proyección en la cartografía también dio un impulso a las matemáticas. La intensificación de las relaciones comerciales —con tipos de cambio, contabilidad, entidades bancarias, aseguradoras y cálculos del interés— conllevó una diversificación y un aumento de los problemas de cálculo. En la astronomía, las mejoras de los aparatos de observación provocaron una explosión de datos de medición que tenían que ser procesados. Se tratara de dinero, distancias, cargas, medidas, pesos o tiempo, cada vez había más cosas que calcular. Esta situación exigía unos métodos matemáticos más eficaces. En el siglo XVI, el francés Vieta introdujo el uso de letras para expresar magnitudes tanto conocidas como desconocidas. Estas letras podían representar números o magnitudes geométricas. Con ello, Vieta otorgó un carácter decisivamente *simbólico* a la algebraización. Otras innovaciones prácticas importantes fueron los decimales de Simon Stevin, introducidos en 1585, y los logaritmos neperianos, publicados en 1614. Una de las primeras aplicaciones de los logaritmos fue, curiosamente, el cálculo del interés compuesto.

La misma necesidad social que dio un impulso a las matemáticas, aceleró también el desarrollo de recursos externos para el cálculo. Néper construyó sus famosos *bones,* unos cilindros de marfil que llevaban cifras grabadas y que podían

[20] V. Pratt, *Thinking machines. The evolution of artificial intelligence*, Oxford, 1987.

ajustarse para multiplicar y dividir. Sobre la base de las ideas de Néper se inventaron las reglas de cálculo. El propio Néper publicó tablas de logaritmos para contables, timoneles y astrónomos. De esta época provienen también los primeros intentos de fabricar máquinas calculadoras. El actual consenso histórico-científico es que no fue Pascal, sino el alemán Wilhelm Schickard —catedrático de hebreo y matemático de talento— quien construyó la primera calculadora [21]. En 1623 —año en que nació Pascal— Schickard escribió una carta a Kepler en la que describía su aparato como un «reloj de cálculo» y ese era también el aspecto de la máquina en lo que se refiere a su mecanismo: seis cilindros con cifras, variantes de los *bones* de Néper, movidos por un engranaje. Con la máquina era posible realizar las cuatro operaciones de cálculo elementales. Llevaba un dispositivo especial para «almacenar» y «llevar» al sumar y restar. Por desgracia, en 1624, la máquina quedó destruida en un incendio. En comparación con la máquina de Schickard, la *Pascaline,* con la que Pascal esperaba poder facilitar los largos cálculos de su padre (recaudador de impuestos), era un aparato poco manejable. Los engranajes de su máquina sólo podían girar hacia un lado —sumar, según el principio de un cuentakilómetros— por lo que era preciso seguir unos procedimientos complicados para restar. El hecho de que la máquina causara sensación durante la primera demostración y fuera copiada por imitadores antes de que se acabara la patente, se debía más a la idea de que permitía calcular submecánicamente, y no a que facilitara realmente el cálculo.

Mucho más potente, en cuanto a las posibilidades, era la calculadora que diseñó entre 1670 y 1672 Gottfried Leibniz (1646-1716). Esta máquina incorporaba un mecanismo, que ahora conocemos por «la rueda de Leibniz», gracias al cual era capaz de multiplicar. Una segunda novedad era el carro móvil, como el de una máquina de escribir, con el que se podía calcular el siguiente decimal, aunque todo ello sólo era posible en principio, pues los fabricantes de instrumentos de Leibniz no consiguieron nunca construir un prototipo que funcionara realmente. De hecho, ninguna calculadora de los siglos XVII o XVIII podía superar la eficacia de la regla de cálculo con el libro de tablas.

Si bien para Leibniz la posibilidad de calcular mecánicamente era, en palabras de Pratt, un *gleam in the eye* (una ilusión)[22] contribuyó a establecer los principios filosóficos de los procedimientos de cálculo automáticos. La idea rectora en las teorías de Leibniz sobre la relación entre razonamiento humano y razonamiento maquinal es que la matematización de la lógica crea la posibilidad de mecanizar el razonamiento. Del mismo modo que en la máquina calculadora se manipulan las representaciones mecánicas de los *números*, en un cálculo de procedimientos aritméticos se procesarían las representaciones me-

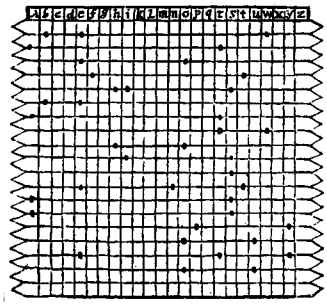
[21] S. Augarten, *Bit by bit. An illustrated history of computers*, Londres, 1985, p. 15.
[22] Pratt, *Thinking machines*, p. 79.

cánicas de las *ideas*. Este *calculus ratiocinator* constituía, por usar un término anacrónico, un «programa». Con el fin de dotar a las ideas y sus nexos con representaciones que pudieran manipularse en un cálculo, Leibniz intentó formular una *characteristica universalis*, un esquema de anotación que pudiera utilizarse en una lengua ideal, universal, depurada de las deficiencias de las lenguas naturales. Ello permitiría traducir una disputa sobre ideas en una formulación matemática, con lo cual, según Leibniz, cualquier desacuerdo —no sólo filosófico sino también diplomático— adquiriría la condición de problema aritmético y sería solucionable.

Ya antes de Leibniz, pero inspirado por el mismo sueño de una lengua exacta y universal, el inglés John Wilkins publicó una propuesta detallada de un lenguaje artificial en que se incluyeran todos los conocimientos técnicos, científicos y cotidianos en un esquema enciclopédico [23]. En un heroico intento de escapar a la maldición de Babel, Wilkins empezó su clasificación universal de conceptos con cuarenta tipos, cada uno de ellos dividido en nueve géneros, divididos a su vez en nueve «diferencias», como color, peso, etc. A cada distinción se le adjudicaba su propio código de letra. La propuesta de Wilkins fue publicada bajo los auspicios de la Royal Society, que quizás apreciara en ella el ideal de un lenguaje inequívoco. Sobre todo Robert Hooke, protegido de Wilkins, y él mismo en búsqueda de un «álgebra filosófico», se sintió atraído por el proyecto; Hooke publicó una disertación sobre relojes en el lenguaje artificial de Wilkins [24]. En una carta a Leibniz, Hooke mencionaba que con regularidad intercambiaba ideas con Wilkins sobre la noción de un *universal character* [25].

Los lenguajes artificiales, codificados, conectaban con los intentos de diseñar lenguajes secretos. En 1641, Wilkins ya había presentado todo tipo de procedimientos ingeniosos para cifrar y descifrar (fig. 6.3) en una disertación sobre criptografía, con el subtítulo de: «Demostración de cómo un hombre puede comunicar sus pensamientos a un amigo a cualquier distancia, de forma confidencial y rápida» [26]. Estos procedimientos recalcaban que el contenido y la forma del mensaje eran cosas distintas y que el mensaje cifrado había de considerarse como una colección de signos vacíos y formales; sólo la clave o interpretación le daba significado. En la criptografía, la separación entre el contenido de una representación y su aspecto formal, entre significado y código, es —por definición— máxima. Visto así, existía un paralelismo entre la criptografía del XVII y las ideas de Leibniz sobre la formalización del razonamiento.

[23] J. Wilkins, *Essay towards a real character and a philosophical language*, Londres, 1668. Los esfuerzos de Wilkins son tratados por L. J. Cohen, «On the project of a universal character», *Mind*, 63 (1954), pp. 49-63.
[24] M. M. Slaughter, *Universal languages and scientific taxonomy in the seventeenth century*, Cambridge, 1982.
[25] M. Hesse, «Hooke's philosophical algebra», *Isis*, 57 (1966), 1, pp. 67-83.
[26] J. Wilkins, *Mercury: or the secret and swift messenger*, Londres, 1641.



6.3 Uno de los procedimientos de Wilkins para cifrar y descifrar mensajes secretos. Un hilo en el que se habían hecho nudos —el mensaje cifrado— tenía que ser tensado sobre un tablero por el receptor. El lugar de cada nudo se correspondía con las letras del tablero. Este hilo contiene el mensaje «Beware of the Bearer, who is sent as a Spy over you». El procedimiento aparece ilustrado en *Mercury: or the secret and swift messenger* de J. Wilkins, Londres, 1641.

Hubo que esperar hasta el siglo XIX para que la idea de una lógica formal se vinculara con nuevas técnicas para el procesamiento mecánico de símbolos. A este desarrollo está vinculado el nombre de Charles Babbage (1792-1871), catedrático de matemáticas en Cambridge, desde 1816 miembro de la Royal Society y aficionado a los proyectos criptográficos.

Babbage aspiraba a construir una máquina capaz de «combinar símbolos generales en una sucesión de variedad y alcance ilimitados». El enunciado es de lady Lovelace, Ada Byron, y procede de un artículo en el que describía la *Analytical Engine* de su amigo Babbage [27]. El término «analítico» hacía referencia a un nuevo tipo de álgebra que se había desarrollado en los círculos de Babbage. Esta álgebra debía interpretarse como un sistema lo más general posible de símbolos, cuyas especificaciones eran las reglas de la lógica, aritmética o geometría. De este modo, el álgebra —de nuevo en palabras de Lovelace— se convertía en una «ciencia de operaciones». La *Analytical Engine* tenía que realizar maquinalmente estas operaciones.

También en este caso hemos se añadir: en principio, pues al igual que Leibniz, Babbage no consiguió fabricar un prototipo de su máquina que funcionara. Durante mucho tiempo se dio por sentado que ello se había debido a las limitaciones de la técnica decimonónica, pero recientemente, en el Museo de Ciencia de Londres se fabricó una parte de la *Difference Engine* (una calculadora que Babbage había diseñado antes de la *Analytical Engine*) a partir de los di-

[27] El artículo de Lovelace se incluye en P. y E. Morrison (eds.), *Charles Babbage and his calculating engines*, Nueva York, 1961.

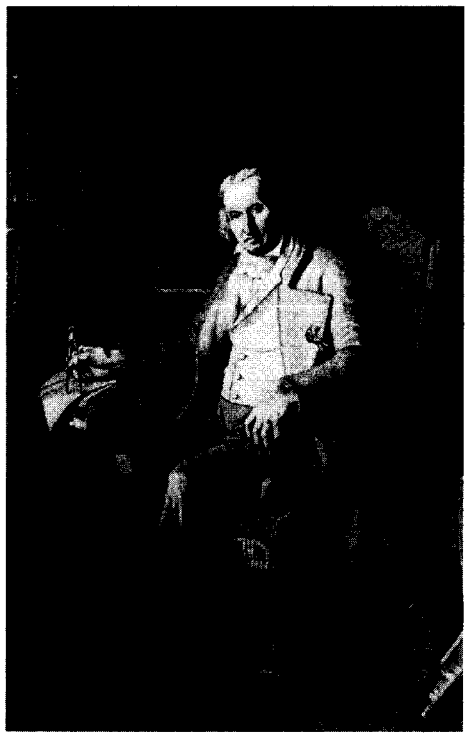
bujos originales, utilizando los medios técnicos y normas de precisión (¡dos milésimas de pulgada!) disponibles el siglo pasado [28]. El que Babbage no lo lograra, aparte de deberse a una falta crónica de fondos —pese a las contribuciones a la sazón astronómicas del gobierno—, tenía que ver sobre todo con su difícil carácter: no estaba acostumbrado a contentarse con un acabado que no fuera totalmente perfecto.

La *Analytical Engine* sólo existió en forma de una serie de diseños, pero la máquina suponía una innovación, tanto desde el punto de vista conceptual como técnico. Para el diseño, Babbage se había inspirado en la industria textil. La máquina tenía un *mill* (molino), una unidad de procesamiento central en la que se introducían, procesaban y luego sacaban los números. Los resultados llegaban a un *storehouse* o almacén donde se guardaban en forma de posiciones de disco. Para el registro de las instrucciones de cálculo, Babbage utilizaba fichas de cartón perforadas que giraban en la máquina como una especie de libro de organillo. También este procedimiento provenía de la industria textil: el francés Jacquard utilizaba estas fichas para hacer funcionar sus telares. Para demostrar las posibilidades de su invento, Jacquard programó un telar con 2.400 fichas, cada una de ellas con una capacidad de más de mil perforaciones, de forma que tejiera su propio retrato en seda blanca y negra (véase figura 6.4). Babbage tenía uno de estos retratos y estaba fascinado por la posibilidad de registrar instrucciones de forma totalmente mecánica. Para su propia máquina diseñó entre otras cosas unas *operation cards* (tarjetas) especiales para repetir una operación (lo que en la actualidad se llama un «bucle») o para ejecutar una operación dentro de una operación («subrutina»). Para lady Lovelace, la máquina de Babbage era un telar matemático: «La *Analytical Engine* teje patrones algebraicos del mismo modo en que el telar de Jacquard teje flores y hojas» [29].

La *Analytical Engine* no sólo procesaba números, sino también signos como positivo y negativo. Por ello, la esencia de la máquina no residía en el cálculo, sino en el procesamiento de *símbolos*. De todos los coetáneos de Babbage, lady Lovelace fue quien mejor lo percibió. Cada dominio cuyos nexos internos puedan describirse a base de reglas, argüía Lovelace, entra en el ámbito de la *science of operations* (ciencia de las operaciones) y puede ser procesado por la *Analytical Engine*. Si las relaciones —pongamos por caso— entre tonos musicales estuvieran descritas de acuerdo con leyes formales, la *Analytical Engine* sería capaz de componer «piezas musicales elaboradas y científicas» [30].

En la misma época en que Babbage trabajaba en sus diseños, la lógica experimentaba desarrollos que —al igual que la *Analytical Engine*— avanzaban ha-

[28] D. D. Swade, «Redeeming Charles Babbage's mechanical computer», *Scientific American*, febrero (1993), pp. 62- 67.
[29] Citado en Morrison, y Morrison, *Charles Babbage*, p. 252.
[30] Citado en Morrison, y Morrison, *Charles Babbage*, p. 249.



6.4 Retrato en seda de Jacquard, inventor del telar programable.

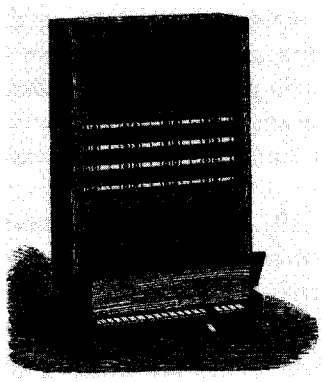
cia una creciente formalización. El matemático Boole hablaba en su *Laws of thought* de «the matematics of human intellect» (las matemáticas del intelecto humano), como lo formulaba en el prefacio, y proponía interpretar las expresiones algebraicas como proposiciones sobre conjuntos [31]. La idea básica es que cada elemento puede pertenecer o no a un conjunto. Cada proposición tiene en este sistema uno de los dos «valores de verdad» (el término es de Frege): 1 o 0. Con ello se otorgaba un carácter binario a la lógica. Siguiendo unos principios algo distintos, pero con la misma idea de características y conjuntos, el lógico Jevons desarrolló una formalización de la lógica silogística basada en la exclusión del conjunto de conclusiones inválidas [32]. La mecanización de este procedimiento tuvo como resultado una máquina que Jevons denominó un *logical piano*. En 1869 pidió a un relojero que fabricara un aparato que se parecía a un piano de cola vertical y cuyas teclas se utilizaban para introducir premisas. El piano tenía *operation keys,* teclas con operadores lógicos como *y* y *o*, y *term*

[31] G. Boole, *An investigation of the laws of thought*, Londres, 1854.
[32] W. S. Jevons, *The principles of science*, Londres, 1874.

6.4 Retrato en seda de Jacquard, inventor del telar programable.

cia una creciente formalización. El matemático Boole hablaba en su *Laws of thought* de «the matematics of human intellect» (las matemáticas del intelecto humano), como lo formulaba en el prefacio, y proponía interpretar las expresiones algebraicas como proposiciones sobre conjuntos [31]. La idea básica es que cada elemento puede pertenecer o no a un conjunto. Cada proposición tiene en este sistema uno de los dos «valores de verdad» (el término es de Frege): 1 o 0. Con ello se otorgaba un carácter binario a la lógica. Siguiendo unos principios algo distintos, pero con la misma idea de características y conjuntos, el lógico Jevons desarrolló una formalización de la lógica silogística basada en la exclusión del conjunto de conclusiones inválidas [32]. La mecanización de este procedimiento tuvo como resultado una máquina que Jevons denominó un *logical piano*. En 1869 pidió a un relojero que fabricara un aparato que se parecía a un piano de cola vertical y cuyas teclas se utilizaban para introducir premisas. El piano tenía *operation keys,* teclas con operadores lógicos como *y* y *o*, y *term*

[31] G. Boole, *An investigation of the laws of thought*, Londres, 1854.
[32] W. S. Jevons, *The principles of science*, Londres, 1874.



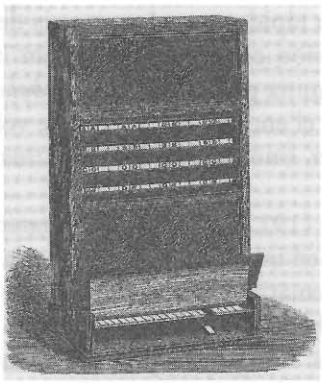
6.5 El *logical piano* de Jevons. En este grabado, está pulsada la tecla del predicado C. El aparato aparecía en el frontispicio de *The principles of science* de Jevons, Londres, 1874.

keys, teclas para el sujeto y el predicado de una proposición [33]. Mediante un ingenioso sistema de ejes, todas las conclusiones inválidas desaparecían detrás de las franjas de la ventanilla, por lo cual el espectador sólo podía ver las conclusiones válidas (véase figura 6.5).

La *Analytical Engine* de Babbage, el procesamiento mecánico de símbolos, la lógica binaria de Boole, la formalización del silogismo, el piano lógico de Jevons: todo este conglomerado victoriano de ideas y máquinas era la prolongación de las teorías formuladas dos siglos antes por Leibniz; habría de transcurrir casi un siglo antes de que se dispusiera de una máquina que expresara lo que desde hacía tanto tiempo ya existía en la mente.

Después de Babbage hubo un período de innovación técnica y estancamiento conceptual. Las máquinas calculadoras del siglo XIX tenían largas cadenas de ruedas dentadas y ejes, piezas sólidas pero rígidas que limitaban la complejidad de la máquina. En la década de los treinta del siglo XX, el engranaje cedió por fin el paso a la maquinaria eficiente. En los laboratorios de la Bell Telephone Company se experimentaba con relés que ya se utilizaban en la industria telefónica. Equipando las calculadoras con conmutadores eléctricos —en un principio como conexión *entre* los elementos mecánicos, más tarde *en lugar de* ellos— se logró subsanar toda una serie de problemas técnicos. Un afortunado efecto secundario fue el renacimiento del ideario de Boole: con sus conexiones y desconexiones, las calculadoras se convertían en instrumentos binarios. Estas

[33] El *logical piano* es tratado por J. C. Kassler, «Man—a musical instrument: models of the brain and mental functioning before the computer», *History of science*, 22 (1984), pp. 59-92.



6.5 El *logical piano* de Jevons. En este grabado, está pulsada la tecla del predicado C. El aparato aparecía en el frontispicio de *The principles of science* de Jevons, Londres, 1874.

keys, teclas para el sujeto y el predicado de una proposición [33]. Mediante un ingenioso sistema de ejes, todas las conclusiones inválidas desaparecían detrás de las franjas de la ventanilla, por lo cual el espectador sólo podía ver las conclusiones válidas (véase figura 6.5).

La *Analytical Engine* de Babbage, el procesamiento mecánico de símbolos, la lógica binaria de Boole, la formalización del silogismo, el piano lógico de Jevons: todo este conglomerado victoriano de ideas y máquinas era la prolongación de las teorías formuladas dos siglos antes por Leibniz; habría de transcurrir casi un siglo antes de que se dispusiera de una máquina que expresara lo que desde hacía tanto tiempo ya existía en la mente.

Después de Babbage hubo un período de innovación técnica y estancamiento conceptual. Las máquinas calculadoras del siglo XIX tenían largas cadenas de ruedas dentadas y ejes, piezas sólidas pero rígidas que limitaban la complejidad de la máquina. En la década de los treinta del siglo XX, el engranaje cedió por fin el paso a la maquinaria eficiente. En los laboratorios de la Bell Telephone Company se experimentaba con relés que ya se utilizaban en la industria telefónica. Equipando las calculadoras con conmutadores eléctricos —en un principio como conexión *entre* los elementos mecánicos, más tarde *en lugar de* ellos— se logró subsanar toda una serie de problemas técnicos. Un afortunado efecto secundario fue el renacimiento del ideario de Boole: con sus conexiones y desconexiones, las calculadoras se convertían en instrumentos binarios. Estas

[33] El *logical piano* es tratado por J. C. Kassler, «Man—a musical instrument: models of the brain and mental functioning before the computer», *History of science,* 22 (1984), pp. 59-92.

innovaciones aumentaron rápidamente la potencia de cálculo de las máquinas. Al mismo tiempo, la noción conceptualmente tan importante de Babbage y Lovelace de que una máquina podía procesar *símbolos* quedó relegada a un segundo plano. Fue Turing el encargado, no sólo de volver a colocar esta noción en el centro de la atención, sino también de darle una formulación matemática rigurosa.

Alan Mathison Turing (1912-1954) estudió matemáticas en Cambridge y a los 25 años de edad publicó un artículo que sería a la vez su debut y su trabajo principal en la lógica matemática[34]. En dicho artículo, demostró que existe una determinada clase de problemas matemáticos que no pueden solucionarse con procedimientos detallados. Esta prueba pretendía contribuir a sentar los fundamentos de las matemáticas y la lógica, pero incluía también una parte —la definición de Turing de un procedimiento detallado— que se convirtió en un elemento esencial en la teorización sobre los ordenadores. Turing vinculaba los procedimientos probatorios con las actividades de una máquina hipotética. Esta máquina está compuesta de un cabezal —como en una máquina de escribir— por el que se desliza una tira de papel de longitud indeterminada. La tira está dividida en casillas. Las casillas pueden contener un símbolo (de un conjunto finito) o estar vacías. El cabezal «lee» cada casilla y a continuación puede borrar un símbolo o imprimir uno y correr una posición la tira, hacia delante o hacia atrás. Turing demostró que con estas operaciones, en principio es posible realizar cualquier programa que esté escrito en un código binario. Ello implica que cada actividad que pueda describirse en un procedimiento preciso de paso a paso, puede ser procesada por la máquina en una serie de instrucciones simbólicas. Entre las actividades se encuentran las de la propia máquina, por lo que de hecho, en términos de Turing, es una «máquina universal», capaz de procesar el programa de cualquier otra máquina.

La máquina de Turing —que actualmente se llama «máquina Turing»— era una construcción puramente hipotética y no podía interpretarse como un ordenador en el sentido actual de la palabra. Hasta después de la Segunda Guerra Mundial, los «ordenadores» fueron calculadores humanos, calculadores profesionales de carne y hueso, que trabajaban para una universidad o una empresa. Lo impresionante de la imaginación de Turing es no sólo que veía la posibilidad abstracta de máquinas automáticas procesadoras de símbolos, sino que además se daba cuenta de que la hipotética existencia de tales máquinas tenía consecuencias para la filosofía y la psicología.

El desarrollo de ordenadores en el sentido actual de la palabra —máquinas electrónicas automáticas con un programa almacenado en su interior para pro-

[34] A. M. Turing, «On computable numbers, with an application to the *Entscheidungsproblem*», *Proceedings of the London Mathematical Society*, 42 (1937), series 2, pp. 230-265.

cesar símbolos— experimentó una inusitada aceleración durante la Segunda Guerra Mundial. Las fuerzas armadas de las potencias del Eje utilizaban para comunicarse los llamados aparatos Enigma [35]. Con estas máquinas los comandantes locales podían descifrar los mensajes recibidos por radio. Las máquinas Enigma se parecían a una máquina de escribir, con la diferencia de que el mensaje mecanografiado era transformado eletromecánicamente. Para esta transformación se utilizaba una clave que cambiaba a diario, y más tarde incluso cada ocho horas. Al empezar la contienda, los británicos habían conseguido apoderarse de una máquina Enigma y reunieron en la Government Code and Cypher School de Bletchely Park, Buckinghamshire, a un grupo de matemáticos, lógicos y técnicos en el proyecto criptográfico Ultra, que recibió el encargo de descifrar la clave. En otoño de 1939, Turing se incorporó a este proyecto [36].

Gran parte del material desarrollado durante el proyecto Ultra sigue siendo secreto, pero se sabe que Turing desempeñó un papel importante en el desarrollo de una máquina que, por vía fotoeléctrica, podía «leer» y comparar simultáneamente dos tiras de papel. Una tira contenía datos, la otra los patrones que servían de comparación. La máquina «leía» 2.000 signos por segundo y estaba conectada a una teleimpresora. Gracias a las operaciones procesadas a gran velocidad, era factible evaluar una gran cantidad de posibles interpretaciones del mensaje codificado en un breve espacio de tiempo. Una serie de estas máquinas recibió el nombre COLOSSUS [37].

Durante el mismo período, en América también se trabajaba febrilmente en el desarrollo de los ordenadores. El impulso no vino, como en Inglaterra, de las necesidades criptográficas, sino de la creciente demanda de tablas balísticas para la artillería. La trayectoria de los proyectiles depende de factores como el peso, el ángulo y la velocidad del viento. Estos factores pueden describirse en sistemas de comparaciones diferenciales. Cada tipo de cañón tenía su propia tabla balística en la que se habían procesado estos factores. Cuando se declaró la guerra, se adiestró a cientos de «ordenadores» en poco tiempo, en su mayoría estudiantes femeninas con dotes para las matemáticas, cuya tarea era elaborar tablas balísticas. Dado que la demanda era muy superior a la producción y las tablas balísticas se volvían cada vez más complejas (entre otras cosas para disparos laterales efectuados desde aviones), el Ministerio de Guerra decidió apoyar el desarrollo de un nuevo ordenador electrónico en la Moore School of Electrical Engineering (Pennsylvania), con la condición de que se pusiera una de las máquinas a disposición del ministerio. El resultado final fue el Electronic Numerator, Integrator, Analyzer and Computer (ENIAC), un mastodonte

[35] F. H. Hinsley, y A. Stripp (eds.), *Codebreakers, the inside story of Bletchley Park*, Oxford, 1993.
[36] A. Hodges, *Alan Turing. The enigma of intelligence*, Londres, 1983.
[37] B. Randell, *The origin of digital computers: selected papers*, Nueva York/Berlín, 1973.

mecánico con 18.000 tubos de radio (enfriados por un conducto de aire), 70.000 resistencias y 6.000 conmutadores manuales. La programación de la máquina era «un billete de ida a un manicomio» [38]. La máquina no pudo acabarse a tiempo para desempeñar un papel en la Segunda Guerra Mundial, pero fue utilizada poco después para calcular un modelo matemático para una explosión de la bomba de hidrógeno [39].

En 1942, Turing realizó un viaje a América y allí se entrevistó con el matemático John von Neumann, a la sazón asesor del proyecto ENIAC. De vuelta a Inglaterra, trabajó en la Automatic Computing Engine (ACE) y más tarde en la Manchester Automatic Digital Machine (MADAM). Ahora que estaba rodeado de ordenadores de verdad, empezaron a cristalizar sus ideas sobre la relación entre los procesos psicológicos y las actividades de estas máquinas. El nexo de unión entre los ordenadores y la psicología era para Turing el cerebro humano, un órgano que simultáneamente con el desarrollo del ordenador era descrito cada vez más como una máquina orgánica.

En la fisiología existía desde finales del siglo anterior mucho interés por los procesos por los cuales un organismo es capaz de mantener dentro de ciertos límites las variaciones del «entorno interior», como el equilibrio de humedad y el oxígeno. A partir de un determinado punto de abstracción, estos procesos reguladores coincidían con los mecanismos de control de máquinas complejas. Para el estudio de la interacción entre mecanismos de control, el matemático Norbert Wiener introdujo el término de cibernética, del griego *kybernétiké,* arte del piloto. El paralelismo entre los mecanismos reguladores en organismos y máquinas se hizo más visible en el proyecto cibernético de 1945, en el cual Wiener, en colaboración con el fisiólogo Rosenblueth, investigó el control del ritmo cardiaco, aprovechando las ideas sobre retroalimentación positiva y negativa que había adquirido al inicio de la guerra al diseñar la artillería antiaérea.

En la fisiología del sistema nervioso había surgido también una conexión con la técnica. Un problema clásico en la investigación de la estructura de las neuronas era su ordenación en redes *(nerve-nets).* Los organismos aprenden a diferenciar los estímulos y esta selectividad se basa en la autoorganización progresiva de las redes. En la medida en que esta organización implica un aumento de la capacidad de discriminación, podemos decir que la red «aprende», es decir, tiene memoria. Uno de los alumnos de Hull, el neuropsicólogo Warren McCulloch, publicó en 1943, junto con el matemático Walter Pitts, de 18 años, un artículo sobre las características de las redes [40]. Para formalizar el

[38] Augarten, *Bit,* p. 128. El programador no tecleaba instrucciones, sino que trajinaba con cables y clavijas, pues cada nueva tarea exigía cambiar cientos de conexiones.
[39] Augarten, *Bit,* p. 130.
[40] W. McCulloch, y W. Pritts, «A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity», *Bulletin of Mathematical Biophysics,* 5 (1943), pp. 115-133.

carácter de *on/off* de la transmisión de estímulos en la red, utilizaron la lógica binaria de Boole, como lo había hecho Shannon en 1938 en su descripción de las redes de conmutación en la industria telefónica [41]. Una segunda línea importante de su artículo era la comparación entre una red de nervios y la máquina Turing. La red de McCulloch y Pitts —de hecho un modelo matemático abstracto del «comportamiento» de una red de este tipo— sería capaz, al igual que la máquina Turing, de calcular determinadas funciones. Este giro significaba que las redes podían interpretarse a nivel lógico como máquinas procesadoras de símbolos.

Poco después de la guerra, los desarrollos en la cibernética, la teorización sobre las redes neurales y la construcción de ordenadores convergieron en el criterio de que el cerebro humano es una máquina Turing (y el ordenador un cerebro electrónico). Turing, a quien Wiener visitó en la primavera de 1947 para tratar con él de los principios de la cibernética, escribió en septiembre del mismo año un ensayo que puede considerarse un estudio preliminar de su clásico artículo publicado en *Mind,* «Computing Machinery and intelligence» [42]. Bajo el título de «Intelligent machinery», Turing hablaba de cómo «lograr que la maquinaria muestre un comportamiento inteligente». El principio rector era la analogía con el cerebro humano. Del mismo modo que las potencias que dormitan en la corteza cerebral de un lactante (según Turing: «Una máquina no organizada») se desarrollan por medio de la experiencia y la educación, también habría que diseñar una forma de educación adecuada para los ordenadores. Aunque en principio es posible simular el comportamiento de los nervios en modelos eléctricos, según Turing este no es el nivel óptimo para la analogía: «Sería más bien como tratar de fabricar coches que anduvieran con piernas, en lugar de seguir utilizando las ruedas». La analogía tenía que buscarse a nivel de la *información*: «Los circuitos eléctricos que se utilizan en la maquina de computación electrónica parecen tener la propiedad esencial de los nervios. Son capaces de transmitir información de un lugar a otro, y también de almacenarla» [43].

Esta última capacidad, el almacenamiento de la información, que en las máquinas de Babbage se realizaba en un *storehouse* (almacén), fue lo que Turing llamó la «memoria» del ordenador, primero como metáfora, entre comillas. Más adelante en el artículo desaparecen las comillas.

[41] C. E. Shannon, «A symbolic analysis of relay and switching circuits», *Transactions of the American Institute of Electric Engineers,* 57 (1938), pp. 1-11.

[42] A. M. Turing, «Computing machinery and intelligence»; Mind, 59 (1950), pp. 433-460; el estudio previo «Intelligent machinery» fue publicado más tarde en B. Meltzer, y D. Michie (eds.), *Machine intelligence,* 5, Edimburgo, 1969, pp. 3-23.

[43] A. M. Turing, «Intelligent Machinery», p. 13.

Psicología y ordenador

Los ensayos de Turing sobre las «máquinas inteligentes» nos recuerdan a las «máquinas psíquicas» imaginadas por el neoconductista Hull en la década de los treinta. De hecho, el pensamiento de Turing es una prolongación tan exacta del de Hull y sus correligionarios que lo más lógico habría sido que el ordenador se convirtiera en la metáfora dominante del conductismo. Pero, como ya hemos señalado, esto no sucedió, y ello exige una explicación.

En muchos sentidos, Turing era un tardío Hull (o Hull un temprano Turing). Ambos manejaban una definición conductista del «pensamiento». La prueba de Turing, formulada en 1950, se basaba en la idea de que si las reacciones de una máquina en un interrogatorio no pueden distinguirse de las de una persona, la conclusión tendrá que ser que la máquina «piensa» [44]. Esta definición operativa del pensamiento, basada en reacciones externas, se ajustaba al ideario conductista. Turing y Hull tenían también las mismas ideas sobre la relación entre explicación y simulación. Hull seguía el principio de que las explicaciones teóricas del comportamiento tenían que poder traducirse en modelos mecánicos, y consideraba que este principio era la mejor garantía frente a las teorías «mentalistas» especulativas; para Turing, sus «máquinas inteligentes» eran una contribución a una psicología antimentalista exacta. Un tercer punto de coincidencia era que, para ambos, el sistema nervioso humano, en especial el cerebro, era el nexo de unión entre máquina y psicología. Hull estaba convencido de que una copia mecánica exacta del sistema nervioso produciría «una máquina realmente psíquica»; para Turing, el cerebro era un ordenador orgánico.

Pero aparte de las coincidencias, también había diferencias, y son estas precisamente las que pueden explicar por qué la inteligencia artificial no supuso la continuación del conductismo con otros medios. En primer lugar, el ordenador era en su origen una máquina «lógica». La tradición de la que procedía el ordenador y cuyas etapas habían sido los proyectos de Leibniz, Babbage y Turing, estaba dominada por las matemáticas y la lógica matemática, por la formalización del razonamiento. Por ello el ordenador se asociaba automáticamente con los procesos mentales, como jugar al ajedrez o demostrar tesis. Precisamente estos procesos psicológicos superiores quedaban fuera del alcance teórico del conductismo.

La segunda diferencia es el nivel en el que Hull y Turing —y por extensión el conductismo y la inteligencia artificial— situaban la analogía entre cerebro y

[44] Turing, «Computing machinery»; en su anterior artículo (véase nota 42), Turing ofreció una versión mucho más modesta de lo que más tarde se daría en llamar la prueba Turing: alguien juega al ajedrez contra una máquina o contra un ajedrecista. Si por los movimientos no es capaz de deducir si se enfrenta a una persona o una máquina, entonces, según Turing, es justo atribuir «inteligencia» a la máquina. Turing añadía que en una ocasión ya había realizado este experimento.

máquina. Para Hull, los modelos mecánicos eran una analogía del sistema nervioso humano porque en ambos sistemas las reacciones externas a estímulos mostraban un patrón idéntico; modelo y organismo mostraban el mismo *comportamiento*. Para Turing, el cerebro era una máquina, pues el cerebro era una máquina Turing especial, un sistema cuyas características *lógicas* coincidían con las de un ordenador. El parecido de las reacciones, para Hull la esencia de sus «máquinas psíquicas», era para Turing una consecuencia lógica. Por algo recalcaba este último la capacidad de los ordenadores de procesar y almacenar la información. La introducción de la metáfora del ordenador en la psicología se debía sobre todo a la utilidad de esta noción. Y la orientación específica que se beneficiaría de ello no sería el conductismo, sino la psicología cognitiva.

El elementary perceiver and memorizer

En las crónicas sobre el auge de la psicología cognitiva se apunta que muchos teóricos se alimentaron intelectualmente del conductismo y del operacionalismo, pero a finales de la década de los cincuenta desviaron su orientación personal hacia una psicología de funciones superiores, apoyada en teorías cuyo elemento central era la noción del «procesamiento de la información» [45]. A juicio de los teóricos de la Inteligencia Artificial (IA), Newell y Simon, la psicología entre William James y la Segunda Guerra Mundial había estado dominada por «el conductismo, la sílaba sin sentido y la rata» [46]. La mayor parte de las teorías sobre la memoria se clasificaban en el «aprendizaje», interpretado como la adquisición de respuestas discriminatorias. El conductismo no sentía mucho interés por los procesos mnemónicos superiores. Esto sucedía en menor medida en la psicología de la memoria, tanto en Inglaterra como en el continente, aunque también allí se habían realizado muchas investigaciones sobre los procesos de aprendizaje y las relaciones funcionales entre estímulos y respuestas. El cambio hacia unas teorías de la memoria de orientación más cognitiva fue estimulado por la posibilidad de simular los procesos mnemónicos con un programa de ordenador y comparar los efectos con los resultados obtenidos en experimentos psicológicos.

Un temprano e instructivo ejemplo de un programa de simulación de los procesos mnemónicos es el *Elementary Perceiver and Memorizer* (EPAM) de Feigenbaum [47]. En el título del artículo de Feigenbaum —«The Simulation of

[45] Véase por ejemplo B. J. Baars, *The cognitive revolution in psychology*, Nueva York, 1986; Gardner, *Mind's new science*.

[46] A. Newell, y H. A. Simon, *Human problem solving*, Englewood Cliffs, 1972, p. 874.

[47] E. A. Feigenbaum, «The simulation of verbal learning behavior», *Proceedings of the Western Joint Computer Conference*, 19 (1961), pp. 121-132.

verbal learning behaviour»— resonaban aún los ecos de las teorías de aprendizaje conductistas sobre la memoria, pero el contenido tenía una clara tendencia congnitiva; la idea era presentar un «modelo de tratamiento de la información de los procesos humanos elementales simbólicos de aprendizaje». El EPAM se presentó como un modelo *psicológico*, sin especificaciones neurológicas ni fisiológicas; el cerebro se describía en sentido general, como un «procesador de la información» con «programas internos para comprobar, comparar, analizar, reordenar y almacenar la información». La unidad básica, el «símbolo de información», era un patrón de bits, que coincidía con la representación en el cerebro de los datos procedentes del mundo exterior.

El proceso a explicar era el aprender de memoria parejas de sílabas sin sentido. En una variante simple, el sujeto experimental tenía que aprender una asociación entre una sílaba estímulo y una sílaba respuesta, y después de recibir una determinada sílaba estímulo, reproducir la sílaba respuesta asociada. Algunos de los fenómenos estables y replicables que se presentan aquí son: a) que los fallos claros son más escasos que la falta de respuesta; b) que el aprendizaje de una segunda lista de material del mismo tipo dificulta la reproducción de la primera lista (inhibición retroactiva); c) que a veces se olvidan las asociaciones correctamente reproducidas, pero en ensayos posteriores vuelven a reproducirse correctamente (oscilación).

Con su programa de simulación, Feigenbaum intentaba reducir la diferenciación, memorización y asociación de sílabas a unos procesos de tratamiento de la información más elementales. Después de presentar una sílaba estímulo, un subsistema perceptivo de EPAM codificaba la información en un símbolo interno que describía cada una de las letras en función de sus características geométricas. Por ejemplo, la letra D era descrita como «línea vertical/blucle cerrado». Las descripciones almacenadas en la memoria eran mínimas, es decir, justo lo suficiente para diferenciar una nueva sílaba de otras sílabas ya almacenadas. Con cada sílaba estímulo se almacenaba una indicación o pista que consistía en una descripción mínima de la sílaba asociada. Las asociaciones erróneas, consecuencia de lo anterior —por ejemplo porque la descripción «línea vertical/bucle cerrado» también era apropiada para la P—, se corregían ampliando la información de la descripción. Gracias a estas sucesivas correcciones, el EPAM acabó aprendiendo la lista a la perfección.

El EPAM se ejecutó en el RAND 7090 y manifestó diversos fenómenos que también se observan en el aprendizaje de las sílabas sin sentido por parte de sujetos experimentales. Debido al carácter mínimo de las indicaciones —que son apropiadas para dos o tres sílabas—, durante la fase de aprendizaje puede suceder que no se produzca la asociación correcta, mientras que en pruebas posteriores sí se logre (oscilación). Una vez que se ha aprendido esta lista de forma estable y perfecta, es posible que —al añadir material nuevo— una descripción

que antes era suficiente para provocar una asociación correcta, conduzca ahora a una sílaba errónea (inhibición retroactiva).

El EPAM tiene según Feigenbaum dos méritos importantes. El primero es que algunos «comportamientos» del programa pueden reducirse con precisión a procesos elementales, sin haber sido programados con esta intención. De este modo, según la teoría formulada en el EPAM, la oscilación y la inhibición retroactiva son consecuencias no programadas de especificaciones mínimas de codificación y recuperación. El segundo mérito es que el EPAM sugiere una hipótesis alternativa del olvido. Las explicaciones corrientes dan por sentado que la huella mnemónica se debilita después de un tiempo y acaba borrándose, bien por erosión fisiológica o por «haber escrito información nueva sobre la vieja, como en la memoria de un ordenador» [48]. Por el contrario, el EPAM «olvida» debido a que las asociaciones se pierden en la red cada vez más extensa y son inaccesibles para las indicaciones de recuperación. A diferencia de olvidar por estar caducado o «sobreescrito», este tipo de olvido es temporal: efectuando cambios en las indicaciones de recuperación es posible reproducir aún algunas asociaciones. El EPAM explica por tanto la aparente paradoja de cómo se puede olvidar sin que la información se haya perdido.

El programa EPAM contenía exactamente los tres elementos que acabarían formando el núcleo de posteriores simulaciones de la memoria. En primer lugar se utilizaba la noción de información sin hacer ninguna referencia a las condiciones neurofisiológicas. El sustrato físico del procesamiento de la información no desempeñaba papel alguno en la simulación. En segundo lugar, las manipulaciones de la información se presentaban como transformaciones de «representaciones simbólicas». Análisis, comparación, comprobación, almacenamiento, recuperación y todos los demás procesos entre entrada y salida eran realizados sobre patrones de «símbolos de información». Y en tercer lugar, los procesos conocidos o ya enunciados en la psicología de la memoria (como la inhibición retroactiva y la asociación) se vinculaban con las actividades del programa. Ante todo se daba importancia al «comportamiento» que no había sido programado como tal y que por tanto podía explicarse como el resultado de la interacción entre procesos programados.

El EPAM era el prototipo de un enfoque cuyo efecto fue que los psicólogos inspirados por las investigaciones sobre la IA empezaron a interesarse más por el papel de las estrategias cognitivas y de este modo se distanciaron de los métodos y teorías conductistas tradicionales. Un ejemplo característico es el capítulo que Miller, Galanter y Pribram dedican a la memoria en su libro *Plans and the structure of behaviour* [49]. En la introducción indican que son tributarios de los

[48] Obsérvese cómo aquí surge la metáfora de la escritura en una nueva variante técnica (véase Capítulo 2).
[49] G. A. Miller, E. Galanter, y K. Pribram, *Plans and the structure of behavior*, Nueva York, 1960.

proyectos de la IA de los que habían adquirido conocimiento en 1958 («Newell, Shaw y Simon nos inspiraron con sus éxitos») y que en su libro quieren aplicar las «ideas cibernéticas» a la psicología. A continuación, su exposición sobre la memoria versa sobre los «procesos simbólicos» en la mente del que intenta memorizar algo. Los procesos mnemónicos son según ellos un conjunto de *plans*, estrategias cognitivas que están ordenadas en jerarquías como las rutinas y subrutinas de un programa de ordenador. Los autores contrastan este acento en la participación de los procesos mentales con la esterilidad del conductismo, que «tendía a impedir que los psicólogos especularan sobre los procesos simbólicos dentro del memorizador» [50].

Declaraciones como esta marcaron la tónica de gran parte del trabajo inspirado por la metáfora del ordenador. El hecho de que el neoconductista Hull llegara en su momento a formular la simulación de los procesos mentales como un ideal rector para la elaboración de teorías psicológicas, había quedado relegado a un rincón inaccesible de la memoria colectiva de la comunidad científica. En la historia de la psicología resulta paradójico que las simulaciones, que para los conductistas eran el antídoto contra el mentalismo, fueran para los cognitivistas precisamente un estímulo para elaborar hipótesis sobre los procesos mentales que rigen el comportamiento. Gracias al ordenador, términos como mente y conciencia volvían a entrar en el vocabulario del psicólogo.

La metáfora del ordenador

En la psicología de la memoria, el ordenador ha constituido desde el primer momento algo más que una metáfora simple. El ordenador no solamente ha suministrado metáforas específicas, tales como «sobreescribir» o bien «memoria intermedia», sino que al mismo tiempo constituye el trasfondo sobre el cual estas metáforas adquieren sentido. Empleando términos de Martin y Harré, podría decirse que el ordenador representa un amplio «campo semántico», una red de diversas asociaciones que pueden ser activadas asociándolas por medio de metáforas al campo semántico de la memoria [51]. El rendimiento heurístico de esta asociación se divide en dos niveles: uno es el conceptual-filosófico y otro el teórico.

La metáfora del ordenador se presenta como la solución de dos antiguas cuestiones filosóficas a las que están vinculados los nombres de Descartes y Hume. La primera tiene que ver con la relación entre cuerpo y mente. Estes

[50] Miller, Galanter, y Pribram, *Plans*, p. 126.

[51] J. Martin, y R. Harré, «Metaphor in science», D. S. Miall (ed.) *Metaphor: problems and perspectives*, Sussex, 1982, pp. 89-105.

dice que la memoria puede describirse en dos niveles [52]. El primer nivel es el de los procesos *físicos* que se activan al presentarse, procesarse y almacenarse un estímulo. Este nivel del sustrato neuronal de la memoria corresponde a los procesos y estructuras que en el ordenador se denominan *hardware*, las trayectorias de los impulsos eléctricos a través de los *chips*, la magnetización y desmagnetización de las moléculas, etc. El segundo nivel es el de los procesos *psicológicos* involucrados en el procesamiento del estímulo, la selección, comparación y reproducción de la información presentada. Dichos procesos pueden considerarse como «computaciones con representaciones simbólicas»[53] y coinciden con las operaciones propias del *software*, como «*read in*», «*matching*» y «*read out*». Esta clasificación en dos niveles para describir la memoria es de hecho un caso especial de la tesis, defendida entre otros por Boden, de que la relación entre mente y cerebro es análoga a la que existe entre programa y máquina. Según Boden, la analogía con el ordenador ha solucionado en «gran parte» el antiguo problema metafísico de Descartes gracias a esta nueva perspectiva de la relación entre cuerpo y mente [54].

La segunda cuestión filosófica para la que el ordenador ofrecería una solución ha sido bautizada por Dennett «el problema de Hume», y tiene que ver con el estatus de las representaciones [55]. Las representaciones que utilizaba Hume en su epistemología eran «impresiones» e «ideas», y se guardó mucho de postular junto a estas representaciones un «yo» independiente que pudiera manejarlas. Un *yo* de este tipo sería circular, porque la manipulación de representaciones es una tarea que a su vez supone representaciones y provoca de este modo una funesta regresión infinita. La consecuencia era que Hume se veía obligado a «dejar que las representaciones pensaran por sí solas», sin ninguna entidad de vigilancia. Hume encontró la solución en las leyes de la asociación, los mecanismos por los cuales (en palabras de Dennett) «cada idea sucesiva en la corriente de la conciencia arrastraba a su sucesora al escenario» [56]. Pero en la actualidad tales asociaciones ya no se consideran una explicación suficiente y ello coloca a filósofos y psicólogos ante el dilema de cómo es posible incorporar representaciones a las teorías sin acabar en una regresión. Este dilema no pudo solucionarse, según Dennett, «hasta que llegó la IA y la noción de las estructuras de datos». Según él, las estructuras de datos «aunque pueden no ser ejemplos vivos, que respiran, son por lo menos ejemplos que resuenan y funcionan

[52] W. K. Estes, «The information-processing approach to cognition: A confluence of metaphors and methods», W. K. Estes (ed.), *Handbook of learning and cognitive processes*, vol. 5, Hillsdale, N. J., 1978, pp. 1-18.
[53] Z. W. Pylyshyn, *Computation and cognition*, Cambridge Mass., 1984.
[54] M. A. Boden, *Artificial intelligence and natural man*, Nueva York, 1977, p. 4.
[55] D. C. Dennett, Brainstorms, *Philosophical essays on mind and psychology*, Hassocks, 1979.
[56] Ibídem, p. 122.

de representaciones de las que puede decirse en el sentido preciso que se entienden a sí mismas [57]. De acuerdo con Dennett, su funcionamiento sólo puede describirse metafóricamente, en particular a través de la metáfora de la IA como una investigación teórica de arriba abajo.

Si un programador desea que el ordenador realice una determinada tarea —por ejemplo, jugar al ajedrez—, intentará dividirla en subsistemas a los que adjudicará sendas tareas parciales. Estas tareas parciales pueden dividirse a su vez en tareas más simples que exijan una menor inteligencia para su realización. De forma análoga, podríamos imaginarnos la mente humana como una jerarquía de funciones que, al igual que las rutinas y subrutinas de un programa, están dotadas de distintos grados de inteligencia. El nivel funcional más bajo es lo que Dennett llama el *army of idiots* (ejército de idiotas) [58]. Encarnado por simples estructuras de encendido/apagado de neuronas que pueden o no disparar-se, este ejército de idiotas habría roto la fatal circularidad: el conjunto juega al ajedrez, piensa y razona gracias a la actividad de estructuras que no presuponen inteligencia. Dennett habla de homúnculos que tienen cada vez menos que hacer porque delegan su trabajo a homúnculos más tontos [59].

Según Baars, la noción de representación durante el régimen conductista había quedado desacreditada debido a la amenazante circularidad. La imagen de Skinner de un *inner man* (hombre interior) que duplica todo lo que hay que explicar, representado en los dibujos populares del funcionamiento del cerebro como un hombrecillo que ordena la información entrante y da instrucciones para las reacciones en una sala de control, era a primera vista una convincente *reductio ad absurdum* y desalentó la introducción de representaciones en las teorías psicológicas. Según Baars, con la llegada del ordenador ya no se puede utilizar este argumento: «Representar una parte del mundo en un código informático se ha convertido en muchos casos en una cuestión tan trivial que la teoría del homúnculo ha acabado siendo absurda» [60].

En este plano conceptual-filosófico —la solución sugerida del problema de cuerpo-mente y la rehabilitación de las representaciones—, el ordenador ha tenido un indudable valor heurístico para la psicología en general, y por implicación para la psicología de la memoria. La revolución cognitiva ha dado un enorme impulso a la elaboración de teorías sobre la memoria y esto plantea la cuestión de si la metáfora del ordenador también ha tenido un valor heurístico en un sentido teórico específico.

[57] Ibídem, p. 123.
[58] Ibídem, p. 124.
[59] Esta sugerencia para solucionar la cuestión del homúnculo será tratada en el Capítulo 9; lo mismo puede decirse de la tesis de Boden de que la metáfora del ordenador ha acercado el problema de cuerpo y mente a una solución.
[60] Baars, *Cognitive revolution*, p. 149.

La metáfora del ordenador sugiere que la memoria humana, como un instrumento construido por la evolución, incluye un programa, que sin embargo no fue aportado por el *Divine Hacker*. La misión de la psicología cognitiva es subsanar este descuido. Para descubrir la arquitectura de nuestro propio programa mnemónico podemos recurrir a programas y sistemas que diseñamos para almacenar, manipular y reproducir datos. Según esta visión, los programas informáticos centrados en la simulación de procesos mnemónicos pueden hacer las veces de teorías. «Dentro de diez años, la mayoría de las teorías psicológicas tendrán forma de programas de ordenador», vaticinó Herbert Simon en 1957[61]. Un repaso de las teorías de la memoria, diez, quince o veinte años más tarde, demuestra que esta profecía no se hizo realidad. Los informes de la investigación de la memoria en revistas especializadas han conservado básicamente la forma tradicional de introducción-experimento-resultados-debate, y salvo dentro del círculo algo apartado de los teóricos de la IA, la mayor parte de los psicólogos de la memoria no han otorgado a sus teorías el enunciado de un programa de simulación. Cuando sí se hizo resultó que dos teorías rivales, por ejemplo la del carácter analógico frente a la del carácter proposicional de las «imágenes mentales», podían expresarse en forma de simulaciones, por lo que no cabían argumentos decisivos a favor de una de ellas. En general, la simulación se quedó estancada en la fase de las proclamaciones solemnes.

La metáfora del ordenador influyó sobre todo, desde este punto de vista, en los *términos* teóricos. En la década de los sesenta se produjo un intercambio terminológico entre la memoria de las personas y la de los ordenadores, dentro de la metáfora de «la persona como sistema de procesamiento de la información». Términos como *input*, *read in*, codificación, memoria intermedia, memoria de trabajo, almacenamiento, dirección, *matching*, sobreescribir, búsqueda, recuperación, *read out* y *output* adquirieron un lugar en el léxico común: en las teorías psicológicas remitían a los procesos hipotéticos de la memoria, en las teorías de la IA a los mecanismos y estructuras de almacenamiento de la información en los ordenadores. Los términos adquirieron este significado psicológico y técnico compartido en un intercambio, por lo general, equilibrado: frente a la influencia técnica en la jerga psicológica se evidencia una influencia por lo menos tan fuerte de la psicología en la jerga informática. La informática tomó prestado de la psicología de la memoria un término como *retrieval* (recuperación). Términos como *address* (dirección) y *encoding* (codificación) llegaron a la psicología procedentes de la IA. Lo mismo puede decirse de las diferenciaciones entre conceptos que surgieron en el contexto de la IA —como entre direccionable por posición y por contenido— y que

[61] Citado en H. Dreyfus, y J. Haugeland, «The computer as a mistaken model of the mind», S. C. Brown (ed.), *Philosophy of psychology*, Londres, 1974, pp. 247-279.

antes no aparecían en la psicología [62]. En algunos casos, los términos teóricos hicieron el trayecto de ida y vuelta. Así, el término *buffer memory* (memoria intermedia) se tomó prestado de los ordenadores y se incorporó a la teoría de la memoria para indicar el almacenamiento temporal de la información; inversamente, el término *memory* en *buffer memory* procede de la psicología, por lo que esta materia recuperó un término que había prestado.

Una innovación teórica que diversos autores han atribuido a la influencia de la metáfora del ordenador es el interés por la organización que la memoria impone al material presentado. Al pasar del registro sensorial al almacenamiento permanente, el material sufre transformaciones que coinciden con la codificación del *input* en los ordenadores. En anteriores metáforas, como la fotografía y el fonógrafo, escribe Estes, se tenía en cuenta la atención selectiva, pero se daba por sentado que el material era almacenado en forma de huellas inalterables (engramas). Siguiendo la orientación de la metáfora del ordenador, lo que se almacena «no son réplicas de experiencias, sino más bien representaciones codificadas en términos de características, es decir, valores de atributos en varias dimensiones» [63]. Estas «características» son procesamientos que filtran y codifican la información entrante (¡otra vez metáforas!) y de este modo convierten lo que se registra en representaciones.

También Loftus se inspiró en la metáfora del ordenador [64]. En el capítulo «Computerizing memory» proyecta todos los procesos y estructuras posibles de la memoria del ordenador sobre la memoria humana, en un intento por representar gráficamente las leyes del recuerdo y el olvido. Al igual de Estes, Loftus considera que el ordenador es la metáfora más adecuada para describir la flexibilidad de la memoria («el mejor y más sofisticado modelo de la naturaleza maleable de la memoria») [65]. En una larga enumeración de paralelismos, Loftus compara el *core* (núcleo), una estructura en la que hay disponible una cantidad relativamente pequeña de datos para su procesamiento inmediato, con las memorias sensoriales; el *virtual core* (núcleo virtual) con la memoria a corto plazo; la base de datos del disco magnético con la memoria a largo plazo; las copias de seguridad con la información redundante en la memoria; la estructura de archivos y el índice con los principios de organización de la memoria a largo plazo; el acceso aleatorio con el acceso directo al almacenamiento; la información codificada eléctricamente con el almacenamiento temporal en la memoria de

[62] En la mayoría de las memorias de ordenador, el material está almacenado en una «dirección». La reproducción sólo es posible buscando primero la dirección a través de un índice. Frente a estas memorias direccionables por posición se encuentran las memorias direccionables por contenido, en que el material puede recuperarse comparando directamente el patrón propuesto con el almacenado (véase también capítulos 7 y 8).

[63] Estes, «Confluence», p. 8.

[64] E. F. Loftus, *Memory*, Reading Mass., 1980.

[65] Loftus, *Memory*, p. 171.

trabajo; la codificación química con el almacenamiento definitivo en la memoria a largo plazo; la sustitución de archivos viejos por nuevas versiones con la modificación de los recuerdos, y así sucesivamente.

Si examinamos la bibliografía sobre la memoria como parte de un sistema de tratamiento de la información, podemos constatar que la metáfora del ordenador tenía y tiene dos funciones en sentido teórico. En primer lugar, el ordenador dio a la psicología de la memoria un esquema global en el que ciertamente no se especificaban los procesos hipotéticos, aunque sí se les adjudicaba un lugar. El ordenador proporcionó a las teorías un esqueleto, un «formato», que había que rellenar. En segundo lugar, la metáfora del ordenador influyó en el ámbito terminológico. El ordenador hacía las veces de proveedor de nuevos términos y comparaciones, introdujo el «lenguaje informático» en la psicología de la memoria y ofreció a los investigadores de diversas tendencias una *lingua franca* con las connotaciones de exactitud y precisión, una impresión que se veía reforzada por la costumbre tomada de la IA de esquematizar los procesos y estructuras de la memoria en diagramas de flujo.

Ambas funciones contribuyeron a dar una orientación global compartida a la comunidad de investigadores de la memoria. Los resultados de diferentes disciplinas y especialidades podían incluirse en una estructura teórica conjunta, formulada en un lenguaje que presentaba cierta homogeneidad. No obstante, no hay que sobrevalorar este efecto ecuménico. Asimismo se ha reprochado a la metáfora del ordenador que es demasiado flexible y puede abarcar cualquier descubrimiento imaginable después de «un ajuste fino» [66]. Además, la metáfora del ordenador permitía numerosas controversias a nivel de procesos y estructuras concretas. Un ejemplo es el conflicto sobre el *sketchpad* (bloc de dibujo), la metáfora utilizada por Baddeley para describir el proceso mnemónico que nos permite procesar información visual y espacial [67]. Esta controversia se centraba en la cuestión de si las representaciones en el *sketchpad* tenían un carácter predominantemente espacial o bien visual, y dio pie a una serie de experimentos, entre otros con personas ciegas, en los que se intentaba aislar ambos factores y determinar su aportación relativa. El transcurso y el resultado del debate no es importante en este contexto, pero ilustra que dentro de la metáfora del ordenador —el *sketchpad* forma parte de la memoria de trabajo [68]— se pueden distinguir controversias más específicas, a veces con sus propias metáforas, que sólo guardan una relación indirecta con el ordenador.

La escasa productividad de la metáfora del ordenador como fuente de hipótesis comprobables sobre los procesos mnemónicos específicos ilustra ya que la

[66] M. J. Watkins, «Human memory and the information-processing metaphor», *Cognition*, 10 (1981), pp. 331-336.
[67] A. D. Baddeley, *Human memory. Theory and practice*, Hillsdale, N. J., 1990.
[68] Baddeley, *Human memory*, p. 113.

fuerza motriz de la labor teórica debe atribuirse a otros factores. Al igual que la psicología cognitiva en general, también la psicología de la memoria parece haberse beneficiado sobre todo de lo que Baars llamó «persuation by respectable experiment» (persuasión mediante una experimentación respetable) [69]. A partir de los años sesenta, cuando el interés por los procesos cognitivos superiores se había recuperado del régimen conductista, el refinamiento técnico y metodológico de la experimentación fue aumentando rápidamente. Concretamente, la medición del tiempo de reacción, realizada a veces después de la presentación taquitoscópica de estímulos, experimentó un considerable refinamiento. A diferencia de la primera fase de la «cronometría mental», el tiempo de reacción se fue utilizando cada vez más como un indicador del *carácter* (en lugar de la *duración*) de los procesos mentales. Grandes partes de la elaboración de teorías sobre la memoria, como la de los registros sensoriales, los procesos de recuperación en la memoria a corto plazo, los experimentos de rotación con representaciones visuales y la estructura de la memoria semántica, parecen haberse beneficiado no sólo de la metáfora global de la «persona como sistema procesador de información», sino sobre todo del ingenio metodológico y técnico. En este contexto, Estes habla de una «confluencia de metáforas y métodos» [70]. En resumidas cuentas, sería engañoso considerar la metáfora del ordenador como el único o incluso el principal factor causal del auge del desarrollo de teorías en la psicología de la memoria.

La paradoja computacional

Los principios computacionales precedieron al ordenador. Más de cien años antes de que aparecieran los primeros ordenadores ya se había formulado el criterio de que una calculadora puede considerarse un aparato que procesa símbolos, y que es posible describir operaciones aritméticas en un lenguaje lógico binario. La esencia del ordenador como metáfora de la mente humana ya se manifestaba en la *Analytical Engine* de Babbage y había sido descrita por lady Lovelace. Entonces, ¿por qué la revolución cognitiva no se inició hasta que entraron en escena los primeros ordenadores? La *teoría* computacional sólo adquirió influencia después del desarrollo de la *máquina*. ¿A qué se debe la inversión del orden histórico? O dicho de otro modo: ¿qué ofrecía la máquina que no tuviera la teoría?

La respuesta es: la demostración. Una cosa es deducir teóricamente que si se recorre una serie de algoritmos se obtendrá la prueba de una tesis matemática, y

[69] Baars, *Cognitive revolution*, p. 157.
[70] Estes, «Confluence», p. 1.

otra muy distinta es una máquina que realmente lo *haga*. El hecho de que las máquinas realizaran, a través de un programa formal, sin intervención humana, tareas que antes se asociaban con el pensamiento y la creatividad, tuvo un efecto psicológico que los principios computacionales en sí nunca podían causar [71]. En este sentido, los primeros ordenadores tenían mucho de androides, aquellos autómatas que escribían y tocaban el piano en el siglo XVIII: sus asombrosas actividades despertaban la curiosidad por los principios teóricos subyacentes.

En la década de los años cincuenta y sesenta, las actividades de los ordenadores tenían que ver sobre todo con tareas lógico-racionales. Los primeros éxitos se cosecharon en ámbitos como la teoría de la demostración y el ajedrez. Debido a ello, los procesos psicológicos «superiores», como el razonamiento o la solución de problemas, fueron los primeros en dejarse influir por la metáfora del ordenador. Las simulaciones de procesos mentales —como los programas de Newell y Simon— parecían algo así como un lugar donde se podía hacer palanca, un punto de Arquímedes donde los métodos científicos podían encontrar un asidero para aplicarlos a la mente humana.

En la década de los setenta, el entusiasmo inicial en torno al ordenador como metáfora y la simulación como instrumento científico cedió gradualmente el paso al realismo. La avalancha de simulaciones por ordenador en el período inicial de la IA y la ciencia cognitiva había tenido un resultado involuntario y contraproducente: se constató que los procesos psicológicos, incluyendo los «superiores», tenían un desarrollo mucho menos lineal y racional de lo que se suponía en las simulaciones. Pensar y razonar resultaron ser procesos con estructura de mosaico, en los que intervenían tanto las intuiciones y las suposiciones como las deducciones lógicas y las conclusiones estadísticamente fundamentadas. Es lo que Gardner denominó la «paradoja computacional»: los intensos esfuerzos por simular procesos mentales acentuaron más las diferencias que los parecidos [72].

Esta paradoja puede aplicarse plenamente a la memoria. La memoria del ordenador es demasiado buena. Su infalibilidad es su principal defecto. La memoria humana es un instrumento que, cuando conviene, miente y engaña. Distorsiona, selecciona y deforma, cuida mejor unas cosas que otras. A diferencia de las memorias del ordenador, no acata órdenes. Hace caso omiso de instrucciones para guardar unas cosas y borrar otras, se comporta como el perro que Cees Nooteboom tildaba de desobediente. Mientras que los circuitos en el ordenador clásico se hallan bajo una dirección central que da sus órdenes paso a paso, la memoria humana parece ser activada por decenas de impulsos a la vez.

[71] A la pregunta de si habría podido desarrollar su teoría computacional sobre la mente humana de no haber existido los ordenadores, Marvin Minsky contestó: «En teoría sí. Pero nadie me habría creído» (comunicado de prensa; 21 de octubre de 1989).

[72] Gardner, *Mind's new science*, pp. 384-388.

Olores, emociones, movimientos, sonidos, ocurrencias, sensaciones, la memoria es más una red vibrante de asociaciones sincrónicas que un desarrollo lineal de estímulo-almacenamiento-recuperación. La memoria del ordenador toca sus melodías tecla por tecla, aunque con inconcebible rapidez; la memoria humana toca acordes enteros.

Las consecuencias de la paradoja computacional se perfilaron de forma más marcada en las teorías sobre la memoria visual. Los intentos de construir memorias informáticas de forma que «reconocieran» imágenes fueron, hasta en la década de los ochenta, sobre todo una historia de fracasos. Los ordenadores con una arquitectura Von Neumann tradicional —seriales, digitales— almacenaban imágenes traduciendo los patrones de intensidad luminosa en un código digital. Esta forma de almacenamiento ocupaba tanto espacio de memoria que la manipulación de imágenes se convertía en un proceso muy laborioso: la comparación de imágenes nuevas con imágenes almacenadas —necesaria para poder «reconocer»— requería tanto tiempo de cálculo que no tenía nada que ver con un reconocimiento natural. En las relaciones sociales se considera sumamente descortés tardar media hora en reconocer un rostro. Además, el procesamiento y la reproducción de imágenes por ordenador exigía un grado de precisión que la memoria humana desconoce. Reconocemos la cara de Mario, aunque este la incline o aunque vuelva tostado de un viaje en barco. Nuestra memoria produce en tales casos un *match* óptimo. Los ordenadores de la década de los setenta carecían de esta capacidad de improvisación. Fue precisamente entonces cuando apareció una nueva metáfora, una técnica que podía procesar una gran cantidad de información óptica de forma rápida y eficaz, y entonces muchos psicólogos de la memoria apartaron asombrados la vista de sus pantallas.

CAPÍTULO 7

LA MEMORIA HOLOGRÁFICA

Al verlo por primera vez, un holograma causa desconcierto. Desde la distancia se ve una placa grisácea que cuelga de la pared. Pero al acercarse se aprecia de repente profundidad detrás de la superficie. Si el holograma es bueno, uno se siente inclinado a mirar detrás de la placa: es como si se observara un nicho iluminado y se viera una imagen flotando en su interior. Una imagen que además puede contemplarse desde diferentes ángulos: al desplazar la mirada, cambia la perspectiva de la imagen, como si realmente hubiera un objeto tridimensional que flotara. La holografía ha añadido, casi literalmente, una nueva dimensión a la fotografía. También el estereoscopio produce la ilusión de profundidad, pero esta surge por la diferencia de perspectiva entre dos fotografías, y el efecto de profundidad sólo se logra observando la fotografía desde una determinada distancia. Si se desplaza la vista, el primer plano y el fondo también se moverán: no es posible observar la imagen desde diferentes ángulos y al mismo tiempo seguir viendo la profundidad. En el caso de los hologramas ello sí es posible. Debido a la impresión tridimensional «imposible» en una superficie plana, un holograma se asemeja más a una ventana que a una placa: una ventana abierta a una realidad astral, compuesta de luz en lugar de materia. El efecto es mágico.

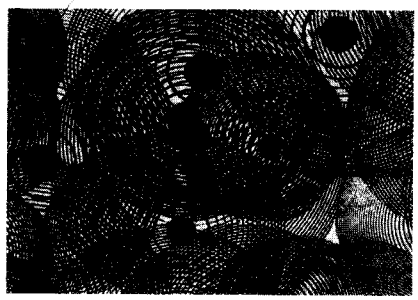
Fotografiar con luz láser

En 1948, el físico Dennis Gabor publicó en la revista *Nature* un artículo sobre un método para aumentar la resolución de las fotografías hechas con un microscopio electrónico [1]. Demostró que la imagen de un objeto puede recons-

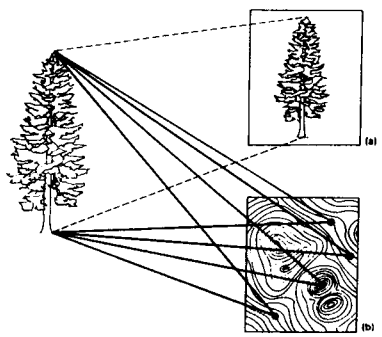
[1] D. Gabor, «A new microscopic principle», *Nature*, 161 (1948), pp. 777-778.

truirse a partir del patrón de interferencia de dos rayos de luz. El comportamiento de la luz puede describirse según el modelo de los movimientos de las ondas, y los efectos de la interferencia entre ondas luminosas son en muchos sentidos idénticos a los que se presentan, por ejemplo, entre las olas del mar. Cuando dos ondas de igual longitud se unen, los movimientos de onda se reforzarán o suprimirán, dependiendo de la combinación cresta-cresta, seno-seno o cresta-seno. A partir de este patrón de interferencia es posible deducir el patrón original del movimiento de las ondas independientes. Una analogía muy utilizada es la de un estanque en el que se ha lanzando un puñado de piedras: si la superficie se congelara de golpe poco después, se podría calcular la estructura de toda la superficie a partir de una parte de ella (véase figura 7.1).

Gabor utilizó este efecto haciendo interferir la luz de dos rayos: el rayo de referencia, la luz guiada directamente hacia la película, y el rayo del tema, la luz reflejada por el objeto que se desea fotografiar. En la placa sensible fotográfica cada punto del tema coincide con un punto de la imagen reflejada; en el caso de la holografía, la información es distribuida en forma de patrón de interferencia sobre la película (véase figura 7.2). Gabor llamó este tipo de película *holograma*, del griego *holos*, todo: el patrón almacenado contiene toda la informa-



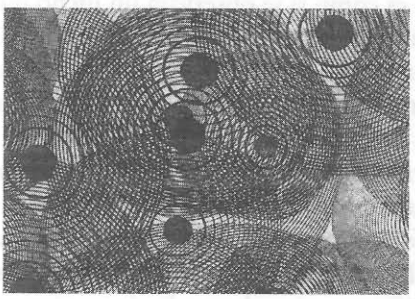
7.1 Ampliación (aproximadamente 75 veces) del patrón de interferencia sobre una placa holográfica.



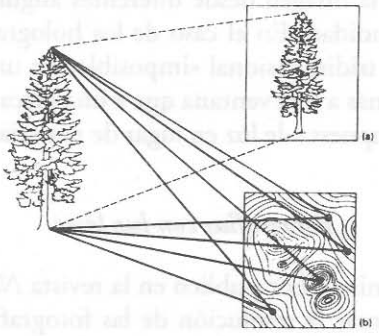
7.2 Diferencia entre una fotografía (a) y un holograma (b). En la fotografía, cada punto del objeto está representado por un punto específico de la imagen. En una placa holográfica, cada punto del objeto está representado en diferentes lugares.

truirse a partir del patrón de interferencia de dos rayos de luz. El comportamiento de la luz puede describirse según el modelo de los movimientos de las ondas, y los efectos de la interferencia entre ondas luminosas son en muchos sentidos idénticos a los que se presentan, por ejemplo, entre las olas del mar. Cuando dos ondas de igual longitud se unen, los movimientos de onda se reforzarán o suprimirán, dependiendo de la combinación cresta-cresta, seno-seno o cresta-seno. A partir de este patrón de interferencia es posible deducir el patrón original del movimiento de las ondas independientes. Una analogía muy utilizada es la de un estanque en el que se ha lanzando un puñado de piedras: si la superficie se congelara de golpe poco después, se podría calcular la estructura de toda la superficie a partir de una parte de ella (véase figura 7.1).

Gabor utilizó este efecto haciendo interferir la luz de dos rayos: el rayo de referencia, la luz guiada directamente hacia la película, y el rayo del tema, la luz reflejada por el objeto que se desea fotografiar. En la placa sensible fotográfica cada punto del tema coincide con un punto de la imagen reflejada; en el caso de la holografía, la información es distribuida en forma de patrón de interferencia sobre la película (véase figura 7.2). Gabor llamó este tipo de película *holograma*, del griego *holos*, todo: el patrón almacenado contiene toda la informa-



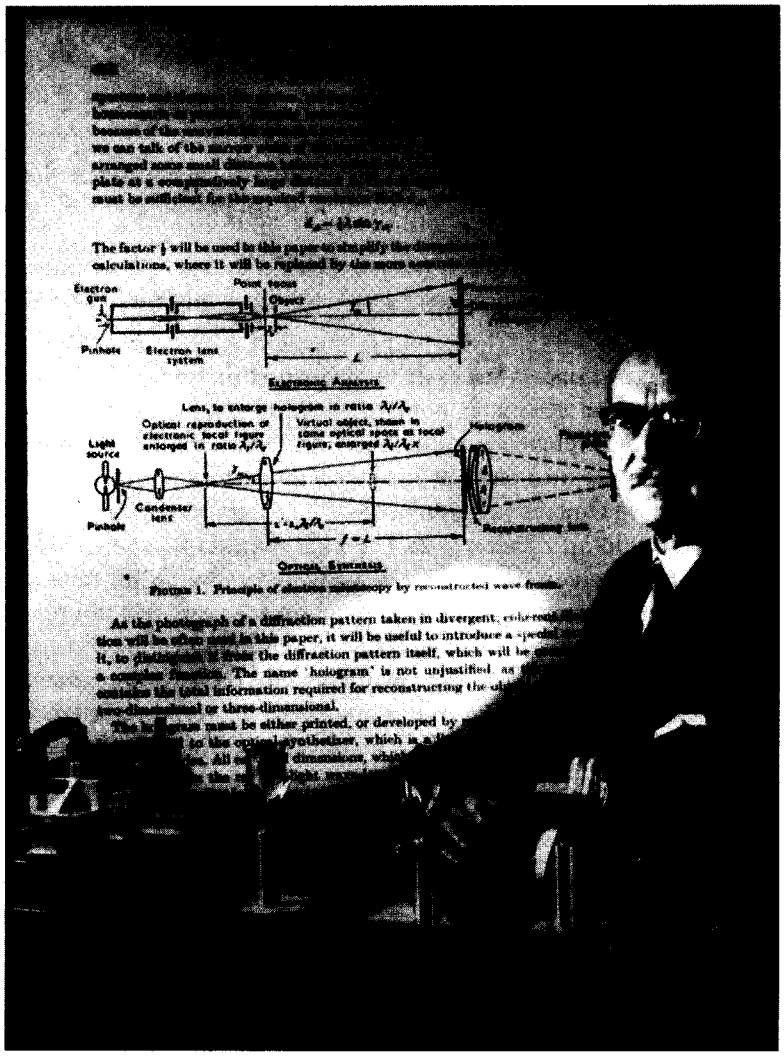
7.1 Ampliación (aproximadamente 75 veces) del patrón de interferencia sobre una placa holográfica.



7.2 Diferencia entre una fotografía (a) y un holograma (b). En la fotografía, cada punto del objeto está representado por un punto específico de la imagen. En una placa holográfica, cada punto del objeto está representado en diferentes lugares.

ción necesaria para reconstruir la imagen completa. Por este descubrimiento, en 1971 fue galardonado con el premio Nobel.

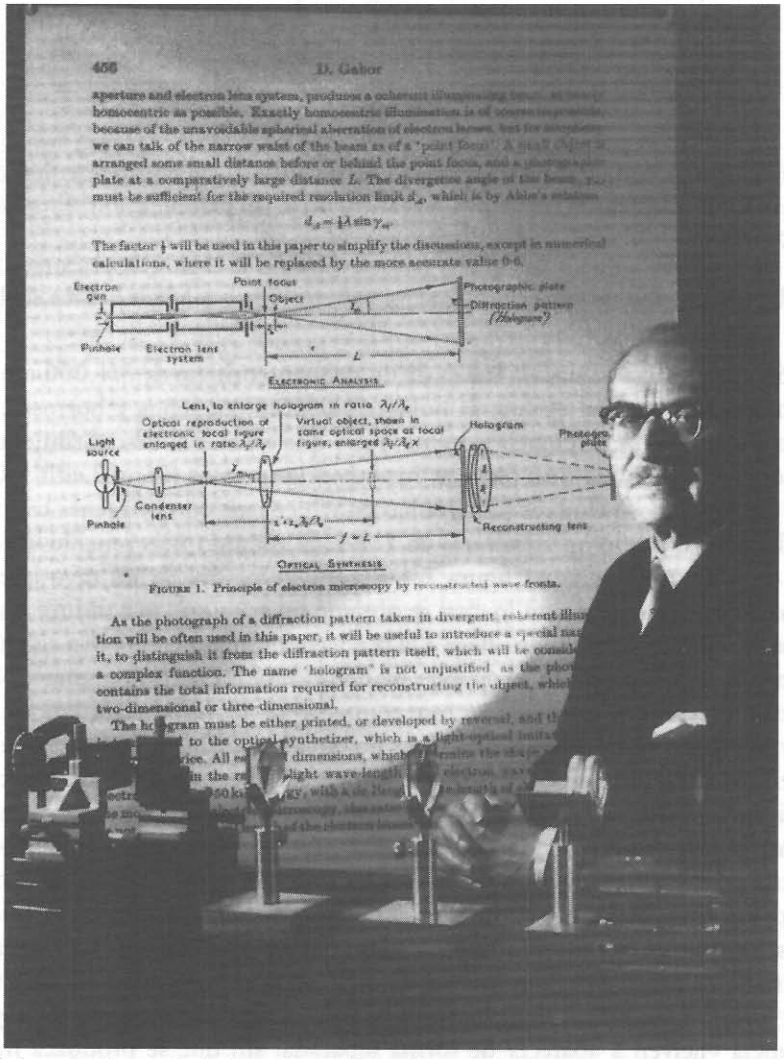
Para producir un buen rayo de referencia es necesario disponer de una fuente que envíe luz de forma monocromática (luz de una determinada longitud de onda) y coherente (haces ininterrumpidos de la misma longitud de onda). En su primer ensayo (véase figura 7.3), Gabor utilizó una lámpara de mercurio de alta



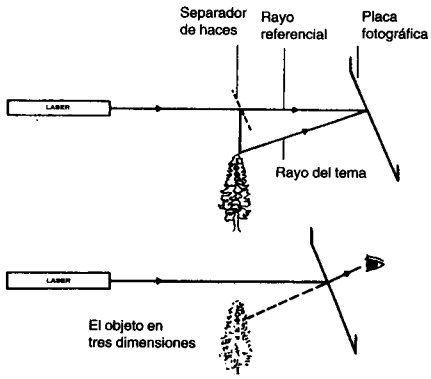
7.3 El descubridor de la holografía, el físico Dennis Gabor, ante la ampliación de una página de sus primeras publicaciones sobre holografía. En primer plano, el dispositivo experimental descrito en la página.

ción necesaria para reconstruir la imagen completa. Por este descubrimiento, en 1971 fue galardonado con el premio Nobel.

Para producir un buen rayo de referencia es necesario disponer de una fuente que envíe luz de forma monocromática (luz de una determinada longitud de onda) y coherente (haces ininterrumpidos de la misma longitud de onda). En su primer ensayo (véase figura 7.3), Gabor utilizó una lámpara de mercurio de alta



7.3 El descubridor de la holografía, el físico Dennis Gabor, ante la ampliación de una página de sus primeras publicaciones sobre holografía. En primer plano, el dispositivo experimental descrito en la página.



7.4 El registro de un holograma (arriba). La luz reflejada de un objeto interfiere con la luz enviada directamente a la placa (el rayo diferencial). El patrón de interferencia queda registrado.

La reconstrucción de un holograma (abajo). Cuando se expone la placa revelada al rayo diferencial surge una imagen tridimensional en el lugar donde se hallaba el objeto.

presión cuya luz era enviada a través de un pequeño orificio de 3/1.000 mm. De este modo sólo podían obtenerse hologramas muy pequeños y borrosos. Para producir un rayo de referencia potente hubo que esperar al descubrimiento del láser en 1960 y las mejoras técnicas introducidas por los físicos Leith y Upatnieks en 1963. Los primeros hologramas convincentes, con imágenes tridimensionales claras, pudieron admirarse en 1964. El método más sencillo de construir un holograma —véase figura 7.4— consiste en dividir un rayo láser por medio de un separador, con lo cual se obtiene un rayo que se conduce directamente a la placa y un rayo que llega a la placa pasando por el objeto a registrar.

En la actualidad hay innumerables maneras de hacer un holograma [2]. No todos los métodos nos interesan en este contexto: las teorías de la memoria estaban vinculadas sobre todo a las técnicas holográficas de la década de los sesenta y setenta. Los hologramas de este período tienen en común las siguientes características: 1) debido al almacenamiento distribuido, la placa holográfica es relativamente insensible a los daños. Con una parte del holograma es posible reconstruir toda la imagen, aunque la nitidez de los detalles y la variación de los puntos de vista disminuya junto con el tamaño de la placa. 2) En un holograma es posible almacenar una enorme cantidad de información. La utilización de diferentes rayos de referencia en la toma permite almacenar en una única placa miles de pequeñas imágenes que al iluminarlas con su «propio» rayo de referencia vuelven a aparecer de forma separada, sin que se produzca mucho «ruido de fondo» (la teoría informática tiene cuna auditiva).

[2] B. Ernst, *Holografie. Toveren met licht*, Amsterdam, 1986.

Las variantes específicas de la holografía poseen además las siguientes características: 3) cuando se fotografían al mismo tiempo dos objetos, cada uno de los dos rayos del tema puede hacer las veces de rayo de referencia del otro. La iluminación con un objeto evoca una *ghost image* (imagen fantasma), una imagen algo más borrosa y transparente del otro objeto. 4) Si uno de los objetos es una palabra, por ejemplo AUTÓMATA, y el otro objeto una mancha luminosa clara, la iluminación mostrará la palabra AUTÓMATA envuelta en una mancha de luz.[3] Al iluminar una página de texto se obtendrán, cada vez que aparezca en ella la palabra AUTÓMATA, manchas de luz en las posiciones correspondientes. En los comienzos de la tecnología láser, los hologramas provocaron sin duda la misma mezcla de asombro y respeto que Boyle mencionó en 1677 cuando vio iluminarse la palabra DOMINI.

El holograma como metáfora

En 1963, el físico van Heerden hizo lo que habían hecho Hooke en 1682 y Draper en 1856: presentó la última técnica para manipular y registrar los estímulos luminosos como analogía del funcionamiento de la memoria humana. Con ello, la holografía se convertía, después de la fosforescencia y la fotografía, en una metáfora de la memoria visual.

Pieter J. van Heerden, de origen holandés, se doctoró en 1945 en física nuclear y en 1948 fue nombrado *visiting lecturer* del Departamento de Física de la Universidad de Harvard. Las conferencias de von Neumann y Shannon despertaron su interés por la analogía entre los sistemas artificiales de procesado de la información y el cerebro humano[4]. Después de incorporarse en 1953 al General Electric Research Laboratory, centró su investigación en las características ópticas de los cristales. En el laboratorio de Polaroid en Cambridge (Massachusetts), van Heerden elaboró la analogía entre la holografía y la memoria, y la publicó en dos artículos en una revista especializada en óptica[5].

Van Heerden centraba su analogía en dos características que hacen que la memoria humana sea un instrumento tan eficaz, sobre todo en comparación con las memorias artificiales: la asociación prácticamente instantánea y la enorme capacidad de almacenamiento. Con la holografía, indicaba van Heerden, es posible construir una memoria asociativa. Las memorias asociativas son importantes para los casos en que ya no es posible ordenar la información con un

[3] M. A. Arbib, *The metaphorical brain*, Nueva York, 1972, p. 186.
[4] Información biográfica procedente de una carta de van Heerden al autor (20 de septiembre de 1993).
[5] P. J. van Heerden, «A new optical method of storing and retrieving information», *Applied optics*, 2 (1963), pp. 387- 392; «Theory of optical information storage in solids», *Applied optics*, 2 (1963), pp. 393-400. Ambos artículos se incluyen en van Heerden, *The foundation of empirical knowledge*, Wassenaar, 1968.

índice. Ello ocurre, entre otros casos, en el almacenamiento de los patrones ópticos. Van Heerden dedujo teóricamente que la presentación de un patrón almacenado evoca automáticamente una *ghost image* de la información almacenada junto con ese patrón. En un procedimiento de búsqueda de este tipo, no se supone que exista un índice. Van Heerden señalaba a continuación que su teoría del almacenamiento tridimensional puede aplicarse a cualquier fenómeno en que se manifieste una interferencia entre ondas y en el cual, en función de estas ondas, se presenten cambios más o menos permanentes en el medio de reproducción. Este planteamiento ofrece la posibilidad de aplicar los principios holográficos al cerebro. En la medida en que los impulsos eléctricos se reproducen en las redes neuronales del cerebro y la estructura de estas redes queda modificada a raíz de estos impulsos, el almacenamiento de la información en el cerebro coincidiría con el almacenamiento óptico en un holograma. Van Heerden afirmaba que su analogía apoyaba la hipótesis propuesta anteriormente por Beurle de que el almacenamiento de la información en el cerebro se basa en interacciones entre ondas cerebrales [6].

Aparte de la asociación, el holograma podría ofrecer una analogía de la enorme capacidad de almacenamiento del cerebro humano. Si durante nuestra vida almacenamos un *bit* por segundo, calculó van Heerden, la cantidad de información almacenada equivaldría aproximadamente al número de células cerebrales, unas 10^9. En tal caso, un sistema artificial equivalente al cerebro humano tendría que procesar información nueva —que cada vez habría que comparar con la información ya almacenada— a una velocidad aproximada de 3×10^{10} operaciones binarias por segundo. Para un sistema artificial, esta parecía de antemano una tarea técnicamente irrealizable: «Para todas las aplicaciones prácticas, parecía como si fuera el final del camino. Si estas cosas sucedían en nuestro cerebro, ¡era incomprensible! Ciertamente, no sería posible realizarlo en máquinas» [7]. La metáfora del holograma, escribe van Heerden en una retrospectiva sobre su razonamiento, le ofreció una solución inesperada de esta paradoja. Una vez que se presentó el paralelismo con la holografía: «Empecé a ver con claridad que el almacenamiento y el procesamiento ópticos de la información pueden ser una vía para lograr esta operación "imposible" exigida por la teoría de la inteligencia. De hecho, parece plausible que el funcionamiento del cerebro sea físicamente bastante análogo al procesamiento óptico. Incluso es preciso considerar muy seriamente esta hipótesis de la acción cerebral, dado que no se conoce, ni es probable que exista, otro método capaz de esta proeza» [8].

[6] R. L. Beurle, «Properties of a mass of cells capable of regenerating pulses», *Philosophical transactions of the Royal Society of London*; Ser. B, 240 (1956), pp. 55-94.
[7] Van Heerden, *Foundation*, p. 29.
[8] Van Heerden, *Foundation*, p. 29.

Después de van Heerden, el neurólogo Karl Pribram especificó el paralelismo entre los procesos holográficos y neuronales en una serie de publicaciones [9]. Para la analogía con una red neuronal, interesa sobre todo la holografía de Fourier. En esta técnica se realiza una transformación de Fourier sobre un patrón de estímulos ópticos en la superficie de entrada a través de una lente convexa. Esta transformación se denomina también convolución. El patrón resultante se halla en la superficie de transformación y se transforma (transformación de Fourier) por medio de una segunda lente convexa en un patrón situado en la superficie de salida (correlación). La superficie de transformación coincide con la memoria: los patrones en esta superficie «son los "recuerdos" del sistema óptico» [10]. Según esta idea, en el cerebro hay estructuras que transforman (transformación de Fourier) los impulsos nerviosos entrantes, y son por tanto el equivalente neuronal de la primera lente en la holografía. El resultado de esta transformación se almacena en estructuras neuronales que coinciden con la película holográfica y después de la segunda transformación de Fourier son procesadas en una imagen en la superficie de salida. Esta última transformación puede adoptar dos formas. Si el patrón entrante se parece a uno de los patrones almacenados, en la superficie de salida surge una señal fuerte; en el sistema óptico del holograma, ello produce una mancha clara, en el sistema neuronal del cerebro un pequeño grupo de neuronas que disparan frenéticamente. De este modo el sistema artificial es capaz de «reconocer» patrones, por ejemplo huellas dactilares o firmas; el sistema neuronal reconoce —según Pribram— literalmente. Si, por el contrario, las células en la capa de transformación son activadas por un patrón que no coincide con los patrones almacenados, se produce una reactivación de uno de los patrones presentes. En el sistema artificial ello produce una copia de la imagen almacenada; en el sistema neuronal se habla de reconocimiento [11].

La analogía presupone que en el cerebro, a consecuencia de los estímulos que recibe, surgen cambios más o menos permanentes. Según Pribram, la facilidad con la que una neurona es excitada (el grado de sensibilidad) cambiará en función de la cantidad neta de activación. El efecto de esta analogía neuronal de «exposición» es que se aumenta la probabilidad de conducir un estímulo a

[9] Pribram recurrió por primera vez a la metáfora del holograma en «Some dimensions of remembering; steps toward a neuropsychological model of memory», J. Gaito (ed.), *Macromolecules and behavior*, Nueva York, 1966. Más famoso se hizo «The neurophysiology of remembering», *Scientific American*, 220 (1969), pp. 73-86. Para reproducir la teoría de la memoria holográfica de Pribram se ha utilizado sobre todo K. R. Pribram, M. Nuwer, y R. J. Baron: «The holographic hypothesis of memory structure in brain function and perception», D. H. Krantz, R. C. Atkinson, R. D. Luce, y P. Suppes (ed.), *Contemporary developments in mathematical psychology*, vol. 2, San Francisco, 1974, pp. 416-457. Para obtener más información accesible sobre la metáfora del holograma véase D. Goleman, «Holographic memory; interview with Karl Pribram», *Psychology Today* (febrero de 1979), pp. 7-84.

[10] Pribram, Nuwer, y Baron, «Holographic hypothesis», p. 428.

[11] Pribram, Nuwer, y Baron, «Holographic hypothesis», p. 444.

medida que el patrón propuesto presenta más afinidad con los patrones originales que habían provocado esta distribución de valores. En las membranas de las neuronas receptoras se producen cambios que son compatibles con la interpretación holográfica de los procesos cerebrales. Así, en las mediciones intracelulares de la actividad de las neuronas de los moluscos se ha constatado que las células cuyas membranas tenían que procesar repetidamente parejas de patrones de entrada, acababan por mostrar patrones de salida idénticos cuando sólo se ofrecía uno de ambos patrones. Esto puede provocar que una entrada imite los efectos de la otra, «como si esta última estuviera presente». La comparación de la corteza cerebral de ratas criadas en un entorno empobrecido con ratas criadas en uno enriquecido también revela cambios en la estructura neuronal en función de la experiencia: después de un tiempo, en la masa cerebral originalmente homogénea de las ratas del entorno enriquecido surge un patrón característico de hinchazones en las membranas postsinápticas.

En la holografía hay dos fases de «iluminación». La primera es la de la exposición *(exposure)*, la segunda la de la reconstrucción de la imagen *(illumination)*. La analogía neuronal de esta última forma de iluminación tiene lugar, según Pribram, desde las zonas de asociación en la corteza. Según él, las conexiones anatómicas y las funciones neuronales necesarias para ello ya se han detectado experimentalmente [12]. En un holograma óptico, las imágenes reconstruidas son proyectadas en un espacio *fuera* del soporte de almacenamiento; la imagen se aprecia delante o detrás de la placa holográfica. En el holograma neuronal tiene lugar un proceso de proyección análogo —Pribram habla de «extrayección»—, y dicho proceso explicaría cómo es posible que las imágenes de nuestras percepciones o recuerdos nos parezcan estar situadas fuera de nuestro cerebro. Por consiguiente, la holografía aclararía «cómo un proceso cerebral puede hacer surgir una imagen que se experimenta como algo alejado del mecanismo de representación» [13]. En la reconstrucción de patrones auditivos se produce algo parecido, escribe Pribram, pues en el caso de los altavoces bien ajustados, el sonido parece provenir de un punto situado a medio camino entre los altavoces. Aparte de Pribram, también Westlake y Cavanagh intentaron especificar las posibilidades neuronales para los procesos holográficos [14].

La holografía brinda un paralelismo sugerente con diversos descubrimientos realizados en la investigación de la memoria y citados a menudo para apoyar la

[12] K. R. Pribram, «Mind, brain and consciousness: the organization of competence and conduct», J. M. Davidson, y R. J. Davidson (ed.), *The psychobiology of consciousness*, Nueva York, 1980, pp. 47-63.
[13] Pribram, «Mind», p. 59.
[14] P. R. Westlake, «The possibilities of neural holographic processes within the brain», *Kybernetik*, 7 (1970), pp. 129-153; J. P. Cavanagh, «Two classes of holographic processes realizable in the neural realm», *Lecture notes in computer science*, 22 (1975), pp. 14-40.

metáfora del holograma. El principal de ellos es el almacenamiento distribuido de las huellas mnemónicas. Por lo general se remite al trabajo de Lashley [15]. Lashley enseñó a las ratas el camino por un laberinto, a continuación les extirpó una parte de la corteza cerebral y, después de que se recuperaran, dejó que los animales volvieran a recorrer el laberinto. Las dificultades que experimentaron las ratas para encontrar de nuevo la ruta eran aproximadamente proporcionales a la *cantidad* de corteza extirpada —una relación que se conoce por *law of mass action* (ley de acción en masa)— pero que no tenía nada que ver con las *ubicaciones* concretas del daño. Los descubrimientos realizados en otras pruebas de extirpación apuntaban en la misma dirección. Se dañó el 80% de la corteza visual de las ratas sin que ello afectara a su capacidad de reaccionar ante los patrones visuales; en los gatos se podía cortar hasta un 98% de las vías ópticas sin que ello tuviera consecuencias graves para la percepción. Incluso la *combinación* de estas dos intervenciones apenas tenía efecto en «el comportamiento de reconocimiento visual» [16]. También en los seres humanos pueden presentarse daños cerebrales a gran escala que dejen intacta la memoria. Algunas lesiones provocan como mucho cierta borrosidad de los contornos del campo visual. Esta resistencia a los daños se conoce actualmente con el término de *graceful degradation* (degradación elegante) y es interpretada unánimemente como una muestra del almacenamiento distribuido de las huellas mnemónicas.

Pero con ello no se había pronunciado aún la última palabra sobre la localización de las huellas mnemónicas. En la década de los cincuenta, el neurocirujano Penfield desarrolló una nueva técnica para estudiar el cerebro [17]. Durante la operación, los pacientes permanecían conscientes. Después de administrarles anestesia local —el cerebro es insensible— se abría el cráneo y se estimulaba la superficie del cerebro con un electrodo. El paciente tenía que describir sus sensaciones. Cuando Penfield estimulaba el hipocampo con su electrodo, algunos pacientes comunicaban recuerdos inusualmente detallados. Un ejemplo: «¡Oh!, un recuerdo corriente, en una oficina. Veía los escritorios. Yo estaba allí y alguien me decía algo, un hombre apoyado en su escritorio con un lápiz en la mano». Descubrimientos como este generaron un problema en la neurología. Los resultados de Lashley parecían indicar que los recuerdos están distribuidos en el cerebro y por esta razón no pueden eliminarse con un único corte de lanceta. Pero las pruebas de Penfield indicaban que los recuerdos podían ser activados por la punta extremadamente fina de un electrodo y por tanto han de tener por fuerza un sustrato neuronal muy específico, muy local.

[15] K. S. Lashley, «In search of the engram», *Society of experimental biology (Great Britain). Physiological mechanisms in animal behavior*, Nueva York, 1950.
[16] Pribram, Nuwer, y Baron, «Holographic hypothesis», p. 417.
[17] W. Penfield, y L. Roberts, *Speech and brain mechanisms*, Princeton, N. J., 1959.

La metáfora del holograma hizo posible dar parte de la razón a ambas hipótesis. Si la estructura de la memoria coincide con un holograma, la información puede ser a la vez global y local. En las huellas mnemónicas que están distribuidas como patrones de interferencia por ciertas partes del cerebro, el hecho de estimular un fragmento puede activar toda la imagen (Penfield), mientras que al revés, la extracción de una parte de las huellas no daña la capacidad de reconstruir toda la imagen (Lashley). Según Rose, la comunidad neurológica se abalanzó «con uno suspiro de alivio casi audible» sobre la nueva metáfora [18].

Una noción que conecta estrechamente con el carácter distribuido del almacenamiento es la naturalaza compuesta de las huellas mnemónicas, es decir, las diferentes huellas mnemónicas pueden tener un sustrato neuronal común. Utilizando el ejemplo de los procesos holográficos, Cavanagh explicó cómo es posible «sobreponer muchos patrones de interferencia en un mismo grupo de neuronas» [19]. Estas huellas mnemónicas solapadas proporcionan una gran capacidad de almacenamiento. A su vez, la densidad de información hace más apremiante el problema de acceso eficiente. Pero la metáfora del holograma sugiere también en este caso un mecanismo adecuado. Van Heerden indicaba ya que el holograma puede interpretarse como una memoria asociativa, un sistema de almacenamiento sin catálogo ni índice. También se habla —con una pareja de conceptos procedente de la informática— de memorias direccionables por contenido (frente a direccionables por posición). En la memoria humana hay una innumerable cantidad de elementos de los que no se puede suponer que estén ordenados en un índice. Ya sólo la capacidad de reconocer miles de rostros o recordarlos voluntariamente sugiere que la memoria visual es del tipo direccionable por contenido. Además, la memoria holográfica es capaz de realizar un procesamiento paralelo: puede llevar a cabo varios procesos de forma simultánea. En este sentido también sería superior a la memoria del ordenador, que tiene un funcionamiento serial.

También se buscó apoyo a nivel psicológico. Pribram apunta que solemos recordar más detalles a medida que disponemos de más información sobre el contexto. Si visitamos el barrio donde vivíamos antes, van surgiendo recuerdos que parecían olvidados para siempre: «¿Qué mejores mecanismos pueden operar entonces que el recuerdo asociativo proporcionado por el proceso holográfico?» [20]. La holografía también se ha relacionado con la experiencia de que cuando estamos a punto de acordarnos de una palabra, pero no logramos dar con ella, tenemos la sensación de que disponemos del «contorno» de la palabra, de su silueta.

[18] S. Rose, *The conscious brain*, Harmondsworth, 1976, p. 253.
[19] J. P. Cavanagh, «Holographic and trace strength models of rehearsal effects in the item recognition task», *Memory and cognition*, 4 (1976), 2, pp. 186-199.
[20] K. R. Pribram, *Languages of the brain*, Englewood Cliffs, 1971, p. 162.

Es lo que se denomina el fenómeno TOT *(tip of the tongue)*: tenemos la palabra en la punta de la lengua, pero no logramos reproducirla del todo. En 1890, William James hizo una descripción plástica de la experiencia introspectiva que evoca una palabra semipresente: «El estado de nuestra conciencia es especial. Dentro hay como un agujero, pero no es un agujero cualquiera. Es un agujero muy activo. Parece como si en el nombre habitara una especie de fantasma del nombre, que nos hace señas en una dirección y de vez en cuando nos da una sensación de proximidad para luego soltarnos sin el término buscado. Si se nos presentan nombres erróneos, este agujero excepcionalmente bien definido provoca de inmediato un rechazo. No se ajustan a su forma. Tenemos la sensación de que el agujero de una palabra no encaja del todo en el de otra palabra, por muy carentes de sentido que puedan parecer ambas, descritas así, como agujero. Si intento recordar infructuosamente el apellido Spalting, mi conciencia está muy alejada del estado en que intento recordar inútilmente el apellido Bowles» [21].

La investigación de los estados TOT —generados artificialmente por medio de definiciones de palabras poco corrientes— apunta a que los sujetos de experimentación suelen ser capaces de facilitar información sobre la palabra buscada, como el número de sílabas, el sonido o la letra inicial [22]. Metcalfe y Murdock sugirieron que esto último se basa en la activación parcial de una huella distribuida [23]. La parte que se activa presenta la información que ya está disponible, el sonido o la letra inicial, y dibuja de este modo la silueta de la palabra buscada. Este proceso tiene según ellos una analogía en la holografía, donde la activación parcial de un patrón evoca una *ghost image* del objeto buscado. La analogía es tentadora, sobre todo si se piensa que una *ghost image* coincidiría con el fantasma que William James vislumbraba en su conciencia.

Recientemente se propuso una hipótesis parecida, inspirada en la holografía, para explicar el fenómeno igualmente fugaz del *déjà vu*. Durante un *déjà vu*, la percepción de una situación se experimenta como la repetición de una situación anterior, aunque al mismo tiempo se es consciente de no haber vivido antes la actual situación. Heymans formuló ya en 1904 una hipótesis según la cual el *déjà vu* surge porque la percepción actual no se asocia adecuadamente con el contenido de la memoria, y de este modo causa la impresión de una imagen mental vaga en lugar de una percepción [24]. Recientemente, Sno y Linszen

[21] W. James, *Principles of psychology*, Nueva York, 1890; citado de la traducción *De hoofdsom van de psychologie*, Amsterdam/Lisse, 1992, p. 115.

[22] R. Brown, y D. McNeill, «The tip of the tongue phenomenon», *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 5 (1966), pp. 235-237.

[23] J. Metcalfe, y B. M. Murdock, «An encoding and retrieval model of single-trial free recall», *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 20 (1981), pp. 161-189.

[24] G. Heymans, «Eine Enquête über Depersonalisation und Fausse Reconnaissance», *Zeitschrift für Psychologie*, 36 (1904), pp. 321-343; la investigación de Heymans fue objeto de un nuevo análisis por H. N. Sno, y D. Draaisma, «An early Dutch study of déjà vu experiences», *Psychological Medicine*, 23 (1993), pp. 17-26.

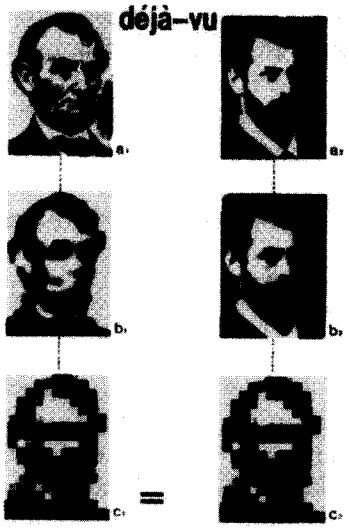
sugirieron que esta ilusión es consecuencia de un excesivo parecido entre la información codificada holográficamente de la actual percepción y la información holográfica de una experiencia anterior (véase figura 7.5) [25].

Holografía y heurística

Tan diversas como las aplicaciones son las objeciones que se hicieron a la metáfora del holograma. Algunos autores han negado lisa y llanamente que existieran equivalentes neuronales de los procesos holográficos. Así, el psicólogo de la percepción, Gregory, afirmaba que la metáfora del holograma se topa con obstáculos insalvables porque el ojo no dispone de información de fase [26]. Rose escribía que nadie ha logrado jamás especificar las estructuras neuronales que pueden procesar información de forma parecida a un holograma y que «esta especial incursión en el modelado de la memoria» ha de darse por terminada de momento [27]. También otros autores acabaron rápidamente. Lindsay y Norman no dedicaron más que una nota a pie de página a la observación de que las metáforas del holograma sólo podían explicar la «ley de acción en masa» y que por lo demás no se habían aplicado a suficientes problemas mnemónicos como para poder evaluar sus méritos [28].

Estos ejemplos ilustran que diferentes autores discrepan sobre el nivel en que ha de establecerse la analogía entre holografía y memoria [29]. El estudiante que durante una clase magistral de Pribram preguntó si los rayos láser no eran peligrosos para las células cerebrales, interpretó demasiado literalmente la metáfora, y sobre ello no hay discrepancias en la bibliografía [30]. En el ojo se producen procesos ópticos, pero el estímulo visual no se procesa *en forma de luz*. Después de pasar por la retina, el estímulo óptico se transforma en un patrón de impulsos eléctricos. Pero seguía sin quedar claro dónde había que buscar las similitudes entre holograma y cerebro. Van Heerden centró su analogía en el carácter de onda que tienen en común los rayos luminosos y los procesos neuronales, y que podía describirse recurriendo a la mismas matemáticas. Eich le siguió: «En los hologramas, no son las características de tipo imagen las que definen la hipótesis holográfica; lo importante son más bien las operaciones

[25] H. N. Sno, y D. H. Linszen, «The déjà vu experience; remembrance of things past?», *American Journal of Psychiatry*, 12 (1990), pp. 1587-1595.
[26] R. L. Gregory, *Mind in science*, Londres, 1981, p. 376.
[27] Rose, *Conscious brain*, p. 253.
[28] P. H. Lindsay, y D. A. Norman, *Human information processing*, Nueva York, 1977, p. 440.
[29] Para un análisis más extenso de los diferentes niveles en que puede establecerse la analogía entre procesos holográficos y neuronales, véase D. Draaisma, «Holografie en geheugen», *Kennis en methode*, XI (1987), 3, pp. 218- 236.
[30] Arbib, *Metaphorical brain*, p. 186.



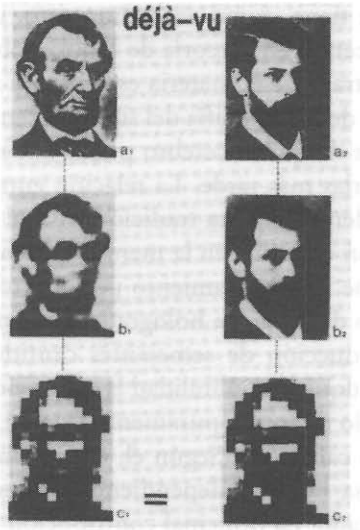
7.5 La hipótesis holográfica para explicar un *déjà vu*. En la visualización de esta hipótesis, c1 y c2 representan los hologramas de una percepción actual y una imagen mental, respectivamente; la percepción de a1 tendría como resultado la activación de la imagen mental a través del parecido entre c1 y c2, y de este modo produciría el efecto ilusorio de un *déjà vu*.

formales de convolución y correlación» [31]. Y por tanto, Eich clasificaba la holografía entre los modelos matemáticos.

Para otros autores, la matemática común era precisamente una cuestión secundaria. Arbib, por ejemplo, consideraba que lo único importante era que los procesos neuronales y holográficos tienen en común determinados *efectos*. Para él, no contaban los paralelismos físicos o matemáticos, sino las coincidencias en los resultados, como el almacenamiento distribuido de huellas y la resistencia a los daños. Las convoluciones y las correlaciones que formaban la base de estos resultados eran, a su entender, irrelevantes. Para Arbib, el holograma era expresamente una metáfora: «Para beneficiarnos de la metáfora hemos de evitar utilizarla de forma demasiado literal» [32]. Seguramente, Arbib no habría aceptado la crítica de Gregory —de que la luz que entra en el ojo no está dividida en fases— como una objeción fundada a la metáfora del holograma.

Podemos aprovechar las metáforas utilizándolas como prueba de que los procesos hipotéticos que describe la teoría son empíricamente posibles. Esta

[31] J. M. Eich, «A composite holographic associative recall model», Psychological review, 89 (1982), 6, pp. 627-661.
[32] Arbid, *Metaphorical brain*, p. 187.



7.5 La hipótesis holográfica para explicar un *déjà vu*. En la visualización de esta hipótesis, c1 y c2 representan los hologramas de una percepción actual y una imagen mental, respectivamente; la percepción de a1 tendría como resultado la activación de la imagen mental a través del parecido entre c1 y c2, y de este modo produciría el efecto ilusorio de un *déjà vu*.

formales de convolución y correlación» [31]. Y por tanto, Eich clasificaba la holografía entre los modelos matemáticos.

Para otros autores, la matemática común era precisamente una cuestión secundaria. Arbib, por ejemplo, consideraba que lo único importante era que los procesos neuronales y holográficos tienen en común determinados *efectos*. Para él, no contaban los paralelismos físicos o matemáticos, sino las coincidencias en los resultados, como el almacenamiento distribuido de huellas y la resistencia a los daños. Las convoluciones y las correlaciones que formaban la base de estos resultados eran, a su entender, irrelevantes. Para Arbib, el holograma era expresamente una metáfora: «Para beneficiarnos de la metáfora hemos de evitar utilizarla de forma demasiado literal» [32]. Seguramente, Arbib no habría aceptado la crítica de Gregory —de que la luz que entra en el ojo no está dividida en fases— como una objeción fundada a la metáfora del holograma.

Podemos aprovechar las metáforas utilizándolas como prueba de que los procesos hipotéticos que describe la teoría son empíricamente posibles. Esta

[31] J. M. Eich, «A composite holographic associative recall model», Psychological review, 89 (1982), 6, pp. 627-661.
[32] Arbid, *Metaphorical brain*, p. 187.

función de la metáfora tiene, como ya hemos visto, una larga tradición. Las referencias a la fosforescencia en la teoría de Hooke sobre la memoria visual tenían por objeto demostrar que la materia es capaz de almacenar estímulos luminosos. Las metáforas de la fotografía del siglo XIX tenían por objeto familiarizar al lector con la idea de que el cerebro puede almacenar imágenes visuales latentes para reproducirlas más tarde. La relación entre holografía y memoria visual encaja también dentro de esta tradición. Así, al estimar teóricamente el volumen de información que cabe en la memoria humana, van Heerden obtuvo una cifra tan alta que su procesamiento por el cerebro parecía una «operación imposible» [33]. Pero dado que la holografía había demostrado que el almacenamiento y la reproducción de semejantes cantidades de información es técnicamente posible, adquirió credibilidad la suposición de que también el cerebro es capaz de hacerlo de forma puramente física. Los argumentos de Murdock seguían el mismo camino [34]. Según él, en una memoria distribuida ningún elemento tiene una huella independiente. Sin embargo, cada elemento puede sacarse por separado. La principal contribución de los modelos holográficos era, a su entender, que demostraban que es posible almacenar la información de forma combinada, pero sin producir interferencias.

Las críticas a la metáfora del holograma también tienen paralelos en las teorías decimonónicas sobre la memoria y la fotografía. Sobre todo en lo que se refiere al reproche de que la metáfora del holograma provocaría una regresión infinita. En un proceso holográfico corriente, la imagen almacenada es «leída» al ser iluminada por un rayo adecuado y es proyectada en un espacio aparente situado delante o detrás del soporte de almacenamiento. A continuación, el observador percibe esta proyección. La teoría de la memoria holográfica de Pribram supone que las imágenes almacenadas son proyectadas fuera de este soporte —el cerebro— (extrayección) y desde allí son asimiladas por la conciencia. Por consiguiente, la conciencia ocupa en este caso el lugar del observador. Diferentes autores han apuntado que este procedimiento comporta el riesgo de regresión: ¿cómo puede la conciencia percibir las imágenes proyectadas sin duplicar todo el proceso? De este modo, Lokhorst formuló la siguiente pregunta sobre las imágenes holográficas: «Está muy bien que sean producidas por mecanismos neuronales; pero ¿quién o qué las percibe? A fin de cuentas, si ello no sucediera, nadie sería consciente de ellas» [35]. Arbib formula la misma objeción [36]. La idea de que un recuerdo visual se basa en la «lectura» y observación de una imagen holográfica daría vida, según esta interpretación, a un homúnculo.

[33] Van Heerden, *Foundation*, p. 29.
[34] B. B. Murdock, «Convolution and correlation in perception and memory», L.-G. Nilsson (ed.), *Perspectives on memory research*, Hillsdale, N. J., 1979, pp. 105-120.
[35] G. J. C. Lokhorst, *Brein en bewustzijn*, Delft, 1986, p. 64.
[36] Arbib, *Metaphorical brain*, p. 187.

Tendremos que dejar descansar esta cuestión hasta el capítulo sobre el homúnculo; sin embargo, podemos señalar que el temor de una regresión ya fue expresado en el siglo XIX en relación con las metáforas de la fotografía, y por razones idénticas. Por ejemplo, en 1878 Huber argumentó que «las impresiones no pueden verse a sí mismas» y que las imágenes producidas por el cerebro tenían que ser percibidas por la conciencia para producir realmente un recuerdo visual. Consideraba que las metáforas de la fotografía no contribuían de forma alguna a elaborar teorías sobre la memoria, precisamente porque la cuestión principal —la asimilación de la experiencia en la conciencia— seguía sin solucionarse. La metáfora del holograma, consideran algunos autores actuales, tiene el mismo defecto.

La metáfora del holograma también recuerda las concepciones decimonónicas desde el punto de vista heurístico. Al revisar antiguas teorías sobre la memoria vemos que diversas nociones que se suelen vincular a la metáfora del holograma ya habían sido formuladas en el siglo pasado. Así, la hipótesis de la distribución es relativamente vieja y en términos lógicos no depende de la «interferencia»; la distribución podría producirse porque en diferentes partes del cerebro se almacenan varias copias. Esta teoría fue defendida por el biólogo Richard Semon [37]. La misma idea de redundancia, tan útil para la supervivencia desde el punto de vista evolutivo, se ha expresado en nuestra época en términos de *backups* (copias de seguridad). También la idea de que diferentes elementos de la memoria tienen un sustrato neuronal común («huellas compuestas») fue introducida hace más de un siglo en la psicología de la memoria y, como vimos, se encargó de ello Galton con su «fotografía múltiple». La metáfora del holograma ni siquiera ha aportado la noción de que cada elemento individual contiene en cierto sentido el todo. El siguiente pasaje fue escrito sin el trasfondo matemático de la holografía, pues se remonta a 1891: «Cada elemento [del sistema nervioso] —hablando en sentido figurado— puede considerarse una diminuta zona intersectada por un número indefinido de curvas de diferentes direcciones y órdenes. Por tanto, una conmoción molecular en una zona como esta puede recorrer el sistema pasando por cualquiera de las innumerables curvas. En cada uno de estos pequeños fragmentos dormita toda la curva» [38].

Estas referencias a las teorías decimonónicas sobre la memoria dejan claro que conceptos como interferencia, distribución, reconstrucción o huellas compuestas no fueron creados por la metáfora del holograma. Cabría replicar que el mérito de la metáfora del holograma no residía en la *introducción* de estos términos, sino en su *ordenación*. Al fin y al cabo, la holografía ilustraba cómo la distribución podría ser consecuencia de los procesos de interferencia, cómo el

[37] R. Semon, *Die Mneme als erhaltendes Prinzip im Wechsel der organischen Geschehens*, Leipzig, 1904.
[38] G. T. Ladd, *Psysiological psychology*, Londres (1887), 1891, pp. 423-424.

sustrato neuronal común producía una gran capacidad de almacenamiento, cómo la presentación de una parte del patrón puede activar toda la huella y cómo este último mecanismo otorga un carácter asociativo o de contenido direccionable a la memoria. Gracias al creciente refinamiento técnico, la metáfora podría apoyar de forma más específica y eficaz la teoría de estos procesos.

Sin embargo, el artículo de Beurle, al que hacía referencia van Heerden, demuestra que esta función ordenadora tampoco puede atribuirse a la metáfora del holograma. En su artículo, Beurle presentaba un modelo matemático para describir el modo en que los procesos de excitación se reproducen en forma de onda a través de un complejo de neuronas. Este modelo contenía un gran número de elementos esenciales del *posterior* modelo holográfico: interferencia entre ondas, cambio de los grados de sensibilidad en función de la excitación, etc. En algunos puntos, las similitudes son sorprendentes. Beurle afirmaba que en determinadas circunstancias es posible que una onda independiente con dos componentes Wa y Wb modifique de tal manera el medio en que se manifiesta el movimiento ondulatorio que, en una siguiente ocasión, Wa será capaz de generar por sí solo Wb, y viceversa [39]. Es casi textualmente el procedimiento holográfico para evocar una *ghost image*. No obstante, en el artículo no se hace referencia alguna a los hologramas (que por cierto a la sazón sólo existían como entidades matemáticas). La conclusión tendrá que ser que las nociones esenciales de la metáfora del holograma también habrían podido formularse sin esta metáfora [40].

Dentro de la heurística teórica también podría afirmarse que la holografía proporciona un modelo matemático nuevo y potente. ¿Cuál es el valor de la holografía en este sentido? Diversos autores han indicado que los elementos útiles del modelo holográfico son las operaciones de convolución y correlación. Dichas operaciones pueden reproducirse en modelos que no tienen nada que ver con la holografía. Metcalfe y Murdock han enumerado diferentes «metáforas de la convolución y correlación» —entre ellas el filtrado de haces de luz para reconstruir las combinaciones de colores que están almacenadas en estos haces—, y la holografía era tan sólo una de estas metáforas [41]. Por consiguiente, la holografía no tenía el monopolio como modelo matemático. Kohonen escribió que ninguno de los principios holográficos demostrados por el momento es realmente necesario para implementar una memoria asociativa, y que también

[39] Beurle, «Properties», p. 81.

[40] Aunque por otra parte también es posible que Beurle, que era colega de Gabor, se inspirara en el modelo matemático de la holografía, pero que haya eliminado todo lo que recordara a ello en el artículo final. Por otra parte, Beurle es una figura enigmática en la historia de la metáfora del holograma. En su publicación en *Proceedings* se menciona que trabajaba en el Radar Research Establishment, Great Malvern, y aparte de esto no se ha podido averiguar mucho más sobre él. Las copias que le envió van Heerden fueron devueltas al remitente (carta de van Heerden al autor, 20 de septiembre de 1993).

[41] Metcalfe, y Murdock, «Encoding», pp. 162, y s.

es posible acceder a los datos de una memoria asociativa sin necesidad de recurrir a rayos de referencia y demás instrumentos de este tipo [42]. Willshaw elaboró una alternativa a las memorias distribuidoras y asociativas, el *correlograph,* que contiene «la esencia de la memoria holográfica» sin las laboriosas transformaciones de Fournier. Willshaw llegó a la conclusión de que los modelos holográficos no tienen nada de especial y que son más bien demasiado complejos en comparación con los cálculos que realizan [43]. Cabría afirmar que la holografía es sólo uno de los posibles modelos para describir la memoria asociativa y seguramente no es el mejor.

En comparación con el entusiasmo con el que los primeros adeptos introdujeron la metáfora del holograma en la psicología, los méritos dejaban mucho que desear. La metáfora visual más refinada de que se disponía en aquellos momentos no produjo descubrimientos nuevos, ni siquiera planteó problemas a investigar, ni en la neurología, ni en la psicología. Los resultados neurológicos que se aducían en favor de la metáfora del holograma se obtuvieron al margen de esta metáfora. Además, estos descubrimientos tenían en muchos casos un limitado valor de apoyo. El hecho de que se manifiesten cambios en función de la experiencia pertenece —estrictamente hablando— a la *lógica* de una teoría materialista de la memoria. El hecho de que en el cerebro originalmente homogéneo de las ratas surja un patrón de hinchazones de membranas (o cualquier otro patrón físico), es más una predicción común de todas las teorías materialistas de la memoria que un apoyo a la especificación de que los procesos mnemónicos pueden describirse holográficamente. Tales resultados demuestran, como mucho, que los principios holográficos no son contrarios a lo que ya sabemos sobre los procesos cerebrales.

En la psicología tampoco pueden señalarse resultados empíricos que se hayan tomado directamente de la metáfora, o que hayan sido sugeridos por ella. Los principios holográficos se han relacionado con numerosos descubrimientos, como la influencia facilitadora de la información de contexto sobre el recuerdo visual o la capacidad de reproducir parcialmente las palabras que están en la punta de la lengua, pero la metáfora del holograma no ha cambiado la perspectiva teórica de estos fenómenos, y por supuesto tampoco tiene el mérito de haberlos descubierto. Lo mismo puede decirse de la hipótesis, inspirada en el holograma, sobre el *déjà vu.* En siglo pasado ya se había formulado la hipótesis de que los *déjà vu* se basan en coincidencias parciales entre los patrones de la experiencia actual y una imagen mental, y también entonces se había vinculado con la idea de que los recuerdos están almacenados en patrones neuronales que

[42] T. Kohonen, *Associative memory,* Berlín/Nueva York, 1977.

[43] D. Willshaw, «Holography, associative memory, and inductive generalization», G. Hinton, y J. Anderson (eds.), *Parallel models of associative memory,* Hillsdale, N. J., 1981, pp. 83-104.

se solapan parcialmente [44]. El hecho de que esta codificación pueda describirse ahora en términos holográficos es una cuestión subordinada en comparación con el núcleo cognitivo de la explicación: que el trastorno es el efecto de una identidad parcial.

En definitiva, los fenómenos que se relacionaron con las teorías holográficas ya eran conocidos y pueden ser explicados por teorías no holográficas. Las nociones teóricas de distribución, interferencia y huellas compuestas aparecen ya en las teorías decimonónicas de la memoria. Beurle demostró que es posible ordenar estos procesos independientes en un modelo coherente sin la holografía. Por último, como modelo matemático, la holografía ha sido sustituida entre tanto por modelos más económicos. De hecho, la metáfora del holograma representaba un claro avance sólo como «prueba existencial»: en comparación con anteriores metáforas, la holografía consiguió presentar como empíricamente posibles mecanismos hipotéticos más complejos. Este era el caso sobre todo del procesamiento de grandes cantidades de información y de la posibilidad de un almacenamiento de la información combinado, pero sin interferencias. Al mismo tiempo hay que recalcar que se trata de un apoyo marginal: la objeción que formuló Ribot el siglo pasado contra la fotografía —de qué sirve saber cómo «recuerda» una fotografía, si no sabemos cómo el *cerebro* retiene los recuerdos— puede aplicarse también a la holografía.

¿Estancamiento?

Sin embargo, la interpretación de que sólo los aspectos matemáticos han desempeñado un (breve) papel en la elaboración de teorías y que los hologramas físicos no han tenido siquiera importancia es demasiado pesimista: al fin y al cabo, la *matemática* de la holografía se conoce desde 1948, mientras que esta técnica sólo se introdujo como metáfora a partir del momento en que se realizaron los primeros hologramas *físicos.* Por lo visto, la matemática por sí sola no era suficientemente espectacular como para influir en las teorías de la memoria visual. Lo que ha ocurrido históricamente ha sido más bien que las características fascinantes y visibles de los hologramas físicos despertaron un interés por la formalización subyacente, y que resultó ser posible resumir esta formalización en modelos más simples. En este sentido, el holograma ha tenido claramente un valor heurístico. El hecho de que el propio Willshaw, que describe cómo «los elementos esenciales de la memoria holográfica pueden destilarse en un modelo más simple llamado correlógrafo», clasifique el correlógrafo en el apartado «modelos no holográficos», dice algo sobre el origen de su modelo [45].

[44] Véase E. Boirac, «Correspondance», *Revue philosophique,* 1 (1876), pp. 430-431.
[45] Willshaw, «Holography», p. 93.

La fuerza de atracción que ejerció en un principio la metáfora del holograma en la década de los setenta parece tener que ver con las lagunas de la metáfora del ordenador, que precisamente empezaron a aparecer en aquella época. Habían fracasado los intentos de procesar información visual a través de los ordenadores y de equiparlos con una memoria visual eficaz. El tradicional ordenador de funcionamiento serial tenía que traducir los estímulos luminosos en un código formal y a continuación realizar los cálculos de acuerdo con dicho código. Este procedimiento es demasiado lento e impreciso para la mayoría de las tareas «humanas», como reconocer rostros, y por ello no es un modelo realmente adecuado para describir cómo funciona el cerebro humano. Por el contrario, su rival, la metáfora del holograma, presentó con éxito una memoria rápida y asociativa sin índice.

Si en torno a 1980 hubiésemos hecho un balance de la bibliografía sobre la holografía y la memoria, habríamos constatado cierto estancamiento. El episodio del holograma parecía el recodo cerrado de un río sinuoso, lleno de agua estancada y lodo. Cabría mencionar algunas lecturas cienciométricas que confirman esta impresión de estancamiento. En primer lugar, el circuito de citas era muy reducido. Se trata de una estructura que se observa también en las especialidades de éxito, pero en tales casos las referencias suelen ser de fecha muy reciente. Este no era el caso de la metáfora del holograma. Una segunda indicación es el aumento tanto relativo como absoluto del número de autorreferencias (*selfkick*) en los artículos de Pribram. En ocho años, este *selfkick* aumentó de un 2 o 3% a más del 25%, y semejante incremento no puede atribuirse únicamente a la vanidad. Da la impresión de que las autorreferencias surgieron en parte por necesidad. A partir de principios de los sesenta fueron apareciendo por término medio como mucho dos artículos al año sobre holografía y memoria. Es decir, Pribram apenas disponía de un *body of literature* al que recurrir, salvo los artículos que había escrito él mismo. Aunque la holografía estuviera dominada por la distribución, las huellas que dejó esta metáfora en la comunidad científica en torno a 1980 eran muy locales. Si alguien hubiera extirpado entonces las contribuciones de Pribram de la bibliografía sobre la memoria visual, habría borrado prácticamente todo recuerdo de la holografía.

Pero en los años posteriores a 1980 tuvo lugar un cambio. En las teorías en torno al *parallel distributed processing* (procesamiento distribuido en paralelo) y al conexionismo, se experimentó el renacimiento de diversos conceptos ordenados en una representación coherente dentro de la metáfora del holograma. En un contexto histórico y conceptual muy diferente, vinculado a la investigación de las redes neurales, en las teorías de la memoria se asignó un papel central a términos como memoria direccionable por contenido, *graceful degradation*, procesamiento en paralelo y representaciones distribuidas. Y esta vez, la comunidad científica se dejó convencer.

CAPÍTULO 8

UN TELAR ENCANTADO

Nuestro cerebro está envuelto por una pared ósea abombada y flexible cuyas partes están unidas entre sí por costuras en zigzag. En su interior, entre la pared craneal y el cerebro, hay tres membranas (meninges). La membrana exterior (duramadre) es dura y en caso de lesión protege el cerebro de las astillas de huesos. La membrana interior (piamadre) es blanda y sigue todas las circunvoluciones y surcos de la superficie cerebral. Entre estas dos membranas se halla la meninge aracnoides, que está unida a la piamadre por delgadas cuerdas de tejido. El espacio entre las meninges está lleno de un líquido cristalino que amortigua los golpes. El cerebro humano es la joya de la corona de la evolución; está encapsulado en una caja fuerte con muchas barreras de protección.

Todos nuestros pensamientos, acciones y movimientos son dirigidos por una masa de tejido nervioso de poco más de un kilo de peso que se encuentra inmóvil en nuestro cráneo. En las circunvoluciones silenciosas y oscuras de este «Movedor Inmóvil» reside la capacidad de imaginarse una playa soleada o recordar una pieza musical. Desde la intimidad de su envoltura ósea, nuestro cerebro nos permite oler, sentir y probar el mundo. El instrumento que nos permite pensar sobre la infinidad del firmamento no ocupa más lugar que dos puños cerrados apretados uno contra el otro.

Examinado a otra escala, el cerebro tiene una dimensión majestuosa. Según las estimaciones, el cerebro contiene unos cien mil millones de células, el mismo número que las estrellas de la Vía Láctea. Este microcosmos es el fruto de un verdadero Big Bang: durante el período embrionario, el cerebro crece a razón de un cuarto de millón de células por minuto. En la edad adulta, este universo se contrae, aunque lentamente, pues perdemos cada día tan sólo unas diez mil células, el mismo número que se formaba cada dos segundos en la fase embrionaria.

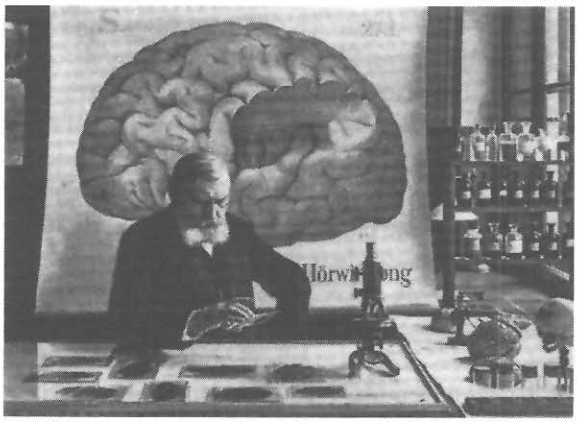
Neurología y psicología

El siglo pasado, el fisiólogo Dubois-Reymond intentó introducir lo que denominó una «astronomía molecular del cerebro», pero en su época no disponía de los instrumentos necesarios para esta ciencia. El estado de la técnica no permitía investigar las finísimas estructuras anatómicas del cerebro. Los neurólogos hacían gala de mucho ingenio a la hora de medir el volumen o el peso, pero estas medidas eran indirectas o irrelevantes. Las posibilidades de registrar las funciones independientes del cerebro eran limitadas. Los instrumentos de entonces no se ajustaban a la escala con que está construido el cerebro. El neurólogo decimonónico se asemejaba a alguien que ha de inspeccionar el mecanismo de un reloj de bolsillo con las herramientas de un carpintero.

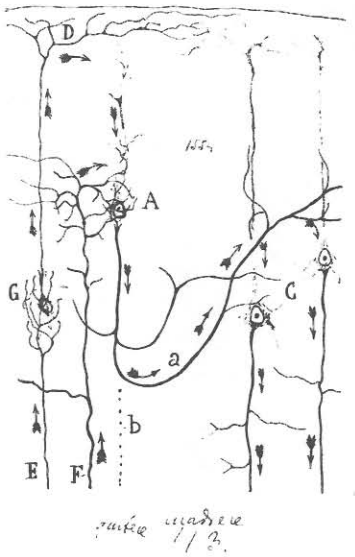
Los conocimientos que se obtuvieron dentro de estas limitaciones técnicas se referían sobre todo a la localización de funciones y eran casi siempre el resultado del estudio de lesiones. Se establecía una relación entre las observaciones de un fallo funcional y los daños neurológicos detectados antes o después de la muerte. A finales del siglo XIX se trazaron los primeros mapas cerebrales de cierta precisión, con zonas de proyección y asociación, y «centros» del lenguaje y de la memoria verbal.

Este conocimiento topográfico recién adquirido no ayudó a comprender mejor la microestructura del cerebro. El hecho de que las neuronas conducen los impulsos eléctricos gracias a procesos químicos era ya conocido desde los días de Bell y Magendie, pero las diferentes funciones de las neuronas sólo empezaron a especificarse a partir de los avances de la investigación histológica [1]. El micrótomo cerebral de Sartorio permitía hacer cortes muy finos. Los microscopios acromáticos —menos susceptibles a las deformaciones causadas por la iluminación— permitieron llegar más lejos en la investigación del tejido cerebral. Estos instrumentos, junto con las técnicas químicas de tinción desarrolladas a finales de siglo, conllevaron una excitante serie de descubrimientos neurológicos (fig. 8.1). En 1878, Bevan Lewis fue el primero en describir las células piramidales en la corteza cerebral. En los noventa, Meynert identificó diversas capas de tejido en la corteza cerebral humana. A finales de siglo, Ramón y Cajal logró identificar diferentes tipos de neuronas y describir sus principales estructuras funcionales (fig. 8.2). También consiguió seguir la ruta a través del cerebro de las vías nerviosas sensoriales. En la misma época, Sherrington identificó mecanismos de conducción de estímulos en el sistema nervioso periférico. Los conocimientos sobre el cerebro acumulados en las primeras décadas de nuestro siglo detallaban una imagen cuyos contornos ya eran conocidos desde hacía por lo menos medio siglo. Los trayectos de los impulsos podían seguirse mejor que

[1] M. A. B. Brazier, *A history of neurophysiology in the 19th century*, Nueva York ,1988.



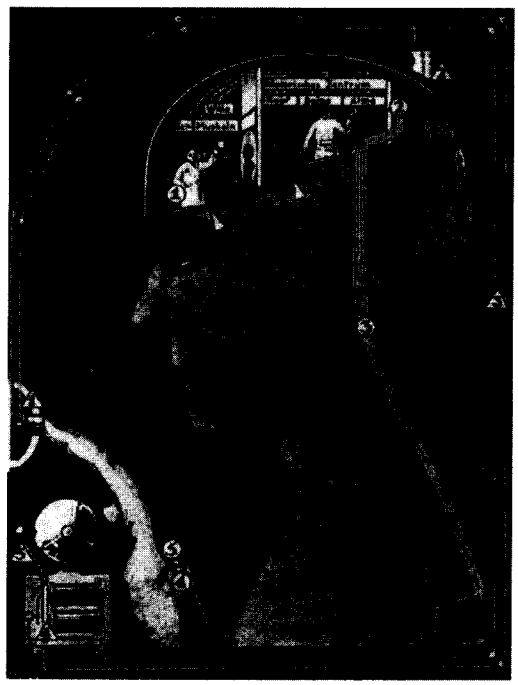
8.1 El neurólogo Paul Flechsig (1847-1929), rodeado de recursos para estudiar el cerebro. Sobre la mesa se hallan los cortes, unas láminas extremadamente finas de tejido cerebral, entre dos cristales. A la derecha de Flechsig, frascos con productos químicos para preparar y colorear los cortes: las técnicas de tinción permitían especificar la morfología de los diversos tipos de células cerebrales. Al fondo, un mapa del cerebro del cual se ha extirpado un segmento del lóbulo temporal. Hacia finales del siglo XIX, gracias a la combinación de investigación química e investigación microscópica de los tejidos, se obtuvo una cartografía relativamente exacta del cerebro.



8.2 El neurólogo español Ramón y Cajal (1852-1934) destacó en la investigación histológica e identificó un gran número de diferentes tipos de neuronas. En esta página dibujó una reproducción esquemática de las posibles vías nerviosas en la corteza cerebral.

antes y también la interacción entre los distintos tipos de neuronas podía identificarse mejor, pero como órgano o instrumento, el cerebro seguía funcionando como un aparato de conexión eléctrico entre estímulos y reacciones, el equivalente neuronal de una red telegráfica o una central telefónica (fig. 8.3).

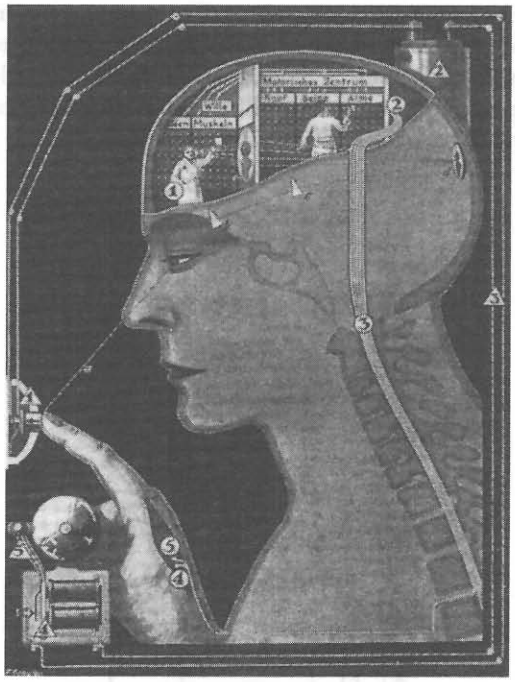
En la psicología, esta interpretación del cerebro se consideró suficiente durante mucho tiempo. La primera generación de conductistas sentían poco interés por el sustrato neuronal de las asociaciones entre estímulos y reacciones, y creían no necesitar estos conocimientos para comprender la relación entre estímulo y reacción. La psicología empezaba y acababa con el comportamiento observable, y sobre los procesos ocultos intermedios sólo se podía especular. La inaccesibilidad del cerebro no se consideraba una carencia. Según los conductistas, la función del cerebro podía resumirse eficazmente con la metáfora de la central telefónica. No hacían falta más especificaciones. Los neoconductistas que consideraban que la metáfora de la central telefónica era demasiado limitada (re-



8.3 El cerebro como aparato de conexión entre estímulo y reacción. El estímulo visual del timbre llega a la parte delantera del cerebro a través del ojo y el centro óptico situado en la parte trasera (d). En la parte delantera del cerebro —sede de la voluntad— se toma la decisión de llamar (1). Este impulso es transmitido al centro motor en la parte trasera (2) y desde allí —pasando por la médula espinal (3)— es conducido hasta los músculos de la mano (4 y 5): el dedo pulsa el interruptor.

antes y también la interacción entre los distintos tipos de neuronas podía identificarse mejor, pero como órgano o instrumento, el cerebro seguía funcionando como un aparato de conexión eléctrico entre estímulos y reacciones, el equivalente neuronal de una red telegráfica o una central telefónica (fig. 8.3).

En la psicología, esta interpretación del cerebro se consideró suficiente durante mucho tiempo. La primera generación de conductistas sentían poco interés por el sustrato neuronal de las asociaciones entre estímulos y reacciones, y creían no necesitar estos conocimientos para comprender la relación entre estímulo y reacción. La psicología empezaba y acababa con el comportamiento observable, y sobre los procesos ocultos intermedios sólo se podía especular. La inaccesibilidad del cerebro no se consideraba una carencia. Según los conductistas, la función del cerebro podía resumirse eficazmente con la metáfora de la central telefónica. No hacían falta más especificaciones. Los neoconductistas que consideraban que la metáfora de la central telefónica era demasiado limitada (re-



8.3 El cerebro como aparato de conexión entre estímulo y reacción. El estímulo visual del timbre llega a la parte delantera del cerebro a través del ojo y el centro óptico situado en la parte trasera (d). En la parte delantera del cerebro —sede de la voluntad— se toma la decisión de llamar (1). Este impulso es transmitido al centro motor en la parte trasera (2) y desde allí —pasando por la médula espinal (3)— es conducido hasta los músculos de la mano (4 y 5): el dedo pulsa el interruptor.

cordemos la observación de Tolman de que el cerebro se parece más a una «sala de control cartográfica» que a una «anticuada central telefónica»), tampoco hicieron nada por encontrar analogías neuronales para sus metáforas.

La revolución cognitiva de la década de los cincuenta representó en muchos sentidos una ruptura con las aspiraciones y orientaciones del conductismo. Los cognitivistas intentaban aclarar la naturaleza de los procesos entre estímulo y reacción, se remitían libremente a representaciones y provocaron un cambio de rumbo del «comportamiento» a la «información». Pero la sustitución de la central telefónica por el ordenador no conllevó un mayor interés por el funcionamiento del cerebro. Esta persistente negligencia de la neurología tenía su trasfondo en lo que se consideraba la esencia de la metáfora del ordenador.

Cuando Sherrington comparó el cerebro con un *enchanted loom*, un telar encantado, en el que millones de canillas van de un lado a otro, tejiendo un cambio infinito de patrones, recurría prácticamente a la misma metáfora que había utilizado medio siglo antes lady Lovelace para describir el protoordenador diseñado por Babbage («La máquina analítica teje patrones algebraicos del mismo modo en que el telar de Jacquard teje flores y hojas»). Pero había una diferencia, pequeña pero esencial, oculta en el adjetivo «algebraico»: la máquina de Babbage funcionaba con *símbolos* y esta característica se consideró el punto de partida de la metáfora del ordenador. Según esta idea, los ordenadores y el cerebro son sistemas afines porque su funcionamiento puede describirse en términos de algoritmos, reglas de cálculo para la manipulación de símbolos.

Según este concepto, el telar dejaba de ser encantado. Ese kilo de tejido nervioso situado debajo de nuestro hueso craneal adquiría un carácter calculable y las ideas, percepciones y recuerdos depositados en este tejido se relacionaban con el cerebro como el programa de un ordenador con los *chips* y las corrientes eléctricas. A la inversa, con ayuda de los algoritmos adecuados, un ordenador podría originar procesos de conciencia. Esto último es de hecho el criterio del grupo radical de la inteligencia artificial: la conciencia la tejen los veloces vaivenes de millones de cálculos [2].

La interpretación de los procesos psicológicos como un conjunto de operaciones realizadas con símbolos no despertó la curiosidad por el sustrato neuronal de estas operaciones, una laguna debida en parte a la cascada de innovaciones tecnológicas que experimentó la informática a partir de la década de los cuarenta. En el rápido cambio de generaciones, con conmutadores, tubos, transistores y *chips*, el procesado de símbolos corría a cargo de los procesos físicos

[2] En este contexto es importante establecer una distinción entre inteligencia artificial «débil» y «fuerte». La IA débil postula que las simulaciones por ordenador son importantes para precisar y someter a prueba la hipótesis sobre los procesos psicológicos. La IA fuerte es el criterio más radical según el cual las simulaciones de los procesos psicológicos duplican dichos procesos y por consiguiente son en sí mismas procesos psicológicos.

más variados. Además, era posible utilizar diversos programas en una sola máquina. El programa no permitía sacar deducciones sobre la estructura del *hardware* o viceversa, y esto otorgó en cierta medida un carácter arbitrario a la relación entre programa y máquina. La metáfora del ordenador llevaba implícita la sugerencia de que el cerebro humano era tan sólo una de las posibles encarnaciones de un «sistema de procesado de la información». La estructura exacta —el *hardware* del ordenador o el *wetware* del cerebro— tenía una importancia marginal para la realización del «programa cognitivo».

No obstante, en los primeros años de la Inteligencia Artificial parecía por un momento que la labor teórica conectaría con las características de las neuronas y su ordenación en redes. En el clásico artículo de McCulloch y Pitts se comparaba las *nerve-nets* (redes de nervios) con una máquina Turing y los autores argüían que la lógica binaria de Boole podía describir tanto las conexiones eléctricas de un sistema artificial como la transmisión de estímulos entre neuronas [3]. Posteriores autores de la IA tuvieron en cuenta sobre todo los aspectos *lógicos* en esta conexión entre cerebro y máquina Turing, y apenas notaron que, a la inversa, la matematización de la *nerve-net* podía inspirar una labor teórica de mayor orientación *neurológica*. Bien es cierto que, en 1951, Marvin Minsky se doctoró con una «máquina discente» que estaba diseñada según los patrones de una red neuronal, pero también él se sintió atraído por las potencias, aparentemente mucho más grandes, de los ordenadores digitales y dejó de lado esta línea de investigación [4].

Entre los pocos intentos de construir sistemas artificiales con una arquitectura de tipo cerebral, el del psicólogo Frank Rosenblatt fue sin duda el más enérgico. Rosenblatt elaboró un «perceptrón», una máquina con una red de 400 fotocélulas, más o menos ordenadas como las células de la retina, conectadas con una capa de 512 elementos de tipo neuronal [5]. Al proponer patrones ópticos, se activaban las neuronas que ponían en marcha un proceso de *matching*, enviando una señal a otro grupo de neuronas. Manipulando la intensidad de las conexiones, Rosenblatt consiguió que su red «reconociera» todas las letras del alfabeto. Este logro dio pie al optimismo, en primer lugar del propio Rosenblatt: «El perceptrón ha demostrado, sin lugar a dudas, la viabilidad y el principio de sistemas no humanos que pueden encarnar las funciones cognitivas humanas a un nivel muy superior del que puede lograrse con los autómatas actuales» [6].

[3] W. McCulloch, y W. Pitts, «A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity», *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5 (1943), pp. 115-133.

[4] La máquina simulaba el comportamiento de ratas que aprendían la ruta a través de un laberinto, y se componía de 40 elementos cuyos valores cambiaban en función de la confirmación.

[5] F. Rosenblatt, «The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain», *Psychological Review*, 65 (1958), pp. 386-408.

[6] Citado en W. F. Allman, *Apprentices of wonder. Inside the neural network revolution*, Nueva York, 1989, p. 104.

Diez años más tarde, esta rama de la investigación fue cortada prematuramente. En su libro *Perceptrons,* Minsky y Papert formularon un análisis matemático que enumeraba las principales limitaciones de los modelos de redes [7]. Sus críticas desalentaron cualquier investigación en esta dirección [8]. Rosenblatt y sus correligionarios no tardaron en percibir el efecto de *Perceptrons*: impotentes vieron cómo en unos cuantos años los caudales de financiación para su investigación volvían a la corriente principal de la investigación sobre la inteligencia artificial.

Por tanto, cabría sacar la conclusión de que tanto los conductistas como los cognitivistas o los influyentes teóricos de la comunidad de la IA consideraban que no podían obtener ideas útiles de la ciencia del cerebro. Al margen de si el cerebro se consideraba un aparato de conmutación o una máquina Turing, en ambos casos la estructura exacta de la maquinaria era irrelevante. Entre el estudio del comportamiento de las neuronas por un lado, y la investigación de funciones psicológicas superiores como el pensamiento, el juicio o la solución de problemas por otro, se extendía una amplia zona intermedia. Y durante mucho tiempo nadie pensó encontrar nada valioso allí.

La metáfora del cerebro

Es posible que la división en dos ámbitos de investigación, separados por tierra de nadie, haya mermado el desarrollo de la psicología. La falta de un nivel de elaboración de teorías y de investigación *entre* el comportamiento de las neuronas y el de las personas habría limitado innecesariamente el «espacio de búsqueda». Allman lo compara con el intento de averiguar cómo funciona un aparato de televisión empezando por estudiar los diagramas de cableado para luego ponerse a mirar la televisión [9]. Desde el principio de la década de los ochenta se han emprendido diversas iniciativas para reducir la distancia entre la neurología y la psicología.

En 1982, en las actas de la Academy of Science norteamericana se publicó un artículo que marca el comienzo de la «revolución conexionista» [10]. El autor, el físico teórico John Hopfield, compaginaba su trabajo parcial en el California Institute of Technology («Cal Tech») con sus investigaciones en los Laboratorios Bell, donde estudiaba las características formales de las redes. Del título de su artículo

[7] M. Minsky, y S. Papert, *Perceptrons: an introduction to computational geometry*, Cambridge Mass., 1969.
[8] Allman, *Apprentices*, p. 105.
[9] Allman, *Apprentices*, p. 6.
[10] J. J. Hopfield, «Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities». *Proceedings of the National Academy of Science*, 79 (abril de 1982), pp. 2554-2558.

—«Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities»— no se desprende de inmediato el interés para la psicología. Sin embargo, las cinco palabras clave con que se categorizaba el contenido para facilitar la búsqueda en la bibliografía, hacen referencia a otros tantos puntos de contacto entre la memoria artificial y natural: «memoria asociativa/procesamiento en paralelo/categorización/memoria direccionable por contenido/dispositivos de fallo leve». Hopfield elige en su artículo un nivel de análisis que es neurológicamente más realista que la arquitectura tradicional de los ordenadores, pero que por otro lado simplifica tanto las características de las redes neuronales reales que estas están al alcance de la descripción matemática. Los componentes de la red de Hopfield («neuronas») pueden encontrarse en un estado de «disparar» (1) o «no disparar» (0). Una neurona dispara sólo después de haber superado su valor umbral. A diferencia de lo que sucedía en el perceptrón, donde todos los impulsos avanzaban «hacia delante», la red de Hopfield funciona con impulsos bidireccionales (A activa a B, pero B también puede activar a A). Una segunda diferencia es que un perceptrón partía de neuronas que funcionaban sincrónicamente, como en un ordenador digital convencional, mientras que en una red de Hopfield no hay un sincronismo global (neurológicamente irrealista). Estas dos diferencias, explica Hopfield, confieren a su red unas características nuevas e interesantes.

La estructura matemática de la red de Hopfield es demasiado técnica para exponerla de forma sucinta. Lo importante para la teoría conexionista es que Hopfield demuestra que en una red de elementos homogéneos simples surgen patrones de equilibrio relativamente duraderos, que pueden hacer las veces de sustrato físico para el almacenamiento de la información. Hopfield hace referencia al «principio» formulado por Hebb en 1949 de que cuando dos neuronas contiguas A y B se activan simultánea y repetidamente, la resistencia sináptica entre A y B disminuye y de este modo aumenta la posibilidad de que la actividad de A provoque también la actividad de B [11]. Dado que, a su vez, B está conectada con las siguientes neuronas y que el estímulo facilita cada vez más el acceso a estas conexiones, surgen cadenas de activación, un proceso que se ha comparado con la erosión de un cauce. Hopfield postula que el patrón de resistencias sinápticas o conexiones de intensidad ha de interpretarse como una memoria artificial. La red de Hopfield tiene las siguientes características: 1) Es direccionable por contenido: la oferta de un patrón activa el patrón almacenado correspondiente sin la intervención de un índice y sin tener que examinar una lista de direcciones. 2) La presentación de una parte del patrón activa todo el patrón almacenado. De este modo, la red tiene hasta cierto punto una capacidad de corrección. 3) Para los patrones ambiguos, se busca el *match* estadísticamente más probable. 4) Los patrones que tienen un gran parecido se funden

[11] D. O. Hebb, *The organization of behavior*, Nueva York, 1949.

en un patrón común, lo cual ofrece al sistema la capacidad de generalizar y categorizar. 5) La eliminación de elementos individuales sólo tiene un efecto negativo gradual (*fail-soft*, fallo leve) sobre los logros.

El artículo de Hopfield no tuvo solamente un efecto teórico. El instrumental matemático, la publicación en una destacada revista de física y la conexión con los modelos técnicos avanzados dio prestigio a un tipo de investigación que aún no había conquistado una posición institucional. Dentro de la comunidad de teóricos de la IA y psicólogos cognitivos, la hegemonía del ordenador era incontestada y las teorías de orientación más neuronal sólo tenían un acceso limitado a los fondos de investigación. Con su artículo, Hopfield provocó un cambio que fue recibido con agradecimiento por otros pioneros de la investigación de las redes neurales, aunque también con sorpresa. Uno de ellos, Jim Anderson, hizo en una entrevista la siguiente confidencia: «Las redes neurales han estado presentes durante mucho tiempo, pero Hopfield es un físico de renombre en Cat Tech, y los físicos de renombre tienen un acceso increíble a los medios de comunicación. Y gracias a ello, de repente se empezó a prestar gran atención a las redes neurales: ha sido lo mejor que podría haber ocurrido en este campo» [12].

A mediados de la década de los ochenta, el crecimiento del conexionismo adquirió el carácter explosivo. Igual que en el cerebro embrionario, en un espacio de tiempo muy breve se formó una tupida red de conexiones: teóricas, técnicas y sociales. La capacidad autoorganizadora de esta red puede apreciarse en revistas nuevas con nombres como *Neural Networks* (1988) o *Neural Computation* (1989), en voluminosos manuales, un circuito de congresos independiente y sus propias sociedades. Ahora ya se han publicado las primeras crónicas sobre la revolución conexionista y los cursos sobre las redes neurales forman parte del plan de estudios en la ciencia cognitiva [13].

El paso a las teorías inspiradas por la estructura del tejido cerebral ha llegado a describirse como el relevo de la metáfora del ordenador por la «metáfora del cerebro» [14]. Y si bien con ello casi se ha agotado la elasticidad del concepto de «metáfora» —seguramente sería más acertado utilizar el término modelo—, la expresión «metáfora del cerebro» ilustra fielmente la continuidad con anteriores metáforas como la del holograma o la del ordenador. Los conexionistas proyectan las características del tejido neuronal, sea o no en forma destilada, sobre las teorías del funcionamiento cognitivo, e intentan formular hipótesis comprobables a partir de las diferencias y coincidencias que se manifiestan en esta «imagen doble».

[12] Allman, *Apprentices*, p. 135.

[13] Aparte de Allman, *Apprentices*, también G. Johnson, *The palaces of memory*, Nueva York, 1991, ofrece un buen análisis del cambio conexionista.

[14] Véase C. Brown, P. Hagoort, y Th. Meijering, *Vensters op de geest. Cognitie op het snijvlak van filosofie en psychologie*, Utrecht, 1989, 17; G. Wolters, y R. H. Phaf, «Connectionisme: een nieuwe uitdaging voor de psychologie», *De psycholoog*, 7/8 (1988), pp. 361-369.

La retórica de la revolución conexionista coincide hasta en los detalles más llamativos con la de la revolución cognitiva de los años sesenta. De nuevo nos hallamos en vísperas de un punto de inflexión copernicano en el pensamiento sobre la mente humana, de nuevo habrá que revisar radicalmente los criterios vigentes en torno a nuestra arquitectura mental, de nuevo se solucionarán los últimos misterios del cerebro y la conciencia. Los modelos conexionistas, asegura Smolensky, «ofrecerán el progreso más significativo de los últimos milenios sobre el problema de mente/cuerpo» [15]. Esta es por tanto otra constante: el uso consecuente del futuro.

Pero, del mismo modo que un examen más minucioso permitió constatar que, en algunos aspectos, la revolución cognitiva era en realidad una prolongación de las ideas formuladas anteriormente por el conductismo, la revolución conexionista representaba sólo en parte una ruptura con el cognitivismo. El conexionismo no era tampoco una creación *ex nihilo*, al contrario, en el conexionismo convergen claramente tres líneas de investigación. En primer lugar, distribuidos en el tiempo y la geografía, hubo algunos investigadores que durante el régimen de la metáfora del ordenador siguieron confiando en las potencias de las redes neurales. Entre estos *keepers of the flame*, como los llamó Allman [16], se encuentran Cooper, Kohonen, y Grossberg, quien, desde principios de los setenta, publicó artículos sobre redes neurales [17]. También Hinton y Anderson publicaron tempranamente trabajos sobre memorias asociativas modeladas según las estructuras neuronales [18].

Una segunda línea más reciente del conexionismo está vinculada a los *spin-glasses* (cristales de espín) [19]. Los *spin-glasses* son materiales sintéticos en que la palabra *spin* hace referencia a la rotación de la mecánica cuántica que provoca un efecto magnético. A diferentes temperaturas, estos cristales de espín conocen diferentes estados de equilibrio que se componen de patrones de orientación magnética. Dichos patrones pueden describirse con los mismos modelos matemáticos que la red de Hopfield [20]. Dado que el «comportamiento» de los cristales de espín se asemeja al de las redes neurales, es posible aplicar las técnicas de análisis de los cristales de espín a las redes neurales. Una tercera línea his-

[15] P. Smolensky, «On the proper treatment of connectionism», *Behavioral and Brain Sciences*, 11 (1988), pp. 1-74.

[16] Allman, *Apprentices*, 111.

[17] Reunido en S. Grossberg, *Studies of mind and brain*, Dordrecht, 1982. Una anterior publicación conexionista de Cooper es L. N. Cooper, «A possible organization of animal memory and learning», *Nobel Symposium*, 24 (1973), pp. 252-264. La obra principal de Kohonen es T. Kohonen, *Associative memory*, Berlín/Nueva York, 1977.

[18] G. Hinton, y J. Anderson (eds.), *Parallel models of associative memory*, Hilldale, N. J., 1981.

[19] D. J. Amit, G. Gutfreund, y H. Sompolinsky, «Spin-glass models of neural networks», *Physical Review A*, 32 (1985), 2, pp. 1007-1018.

[20] D. L. Stein, «Spin glasses», *Scientific American* (julio de 1989), pp. 36-42. En 1982, el propio Hopfield hacía referencia a una clase especial de cristales de espín, los *Ising-spins*.

tórica que conduce al conexionismo es la labor teórica inspirada en las décadas de los sesenta y setenta por la metáfora del holograma. Más adelante volveremos a tratar de la continuidad entre la memoria holográfica y las redes neurales.

La convergencia de estas tres líneas no habría provocado una aceleración tan repentina del conexionismo de no haberse cumplido una condición adicional. Esta condición era, irónicamente, el rápido aumento de la fuerza del ordenador convencional. Hopfield simuló su red paralela en un ordenador serial y la mayoría de los posteriores conexionistas lo imitaron en este sentido. Debido a la alta velocidad de cálculo y la gran capacidad de memoria, los ordenadores convencionales son capaces de calcular secuencialmente el paralelismo de las redes neurales. Se han emprendido muchos intentos de construir ordenadores con procesadores conectados en paralelo, pero estas máquinas se hallan todavía en una fase experimental. Los ordenadores paralelos requieren bifurcaciones en el programa para manejar los diferentes procesadores y ello es por lo pronto difícil de realizar. La mayor parte de las redes neurales están representadas en las memorias de ordenadores tradicionales.

Al igual que el cognitivismo durante el surgimiento de la metáfora del ordenador, el conexionismo no tardó en adquirir prestigio gracias a los éxitos técnicos. Desde institutos como AT&T Bell Laboratories, Texas Instruments, IBM, General Electric y la NASA se desencadenó un alud de proyectos de investigación, en parte —y de nuevo como en la IA tradicional— con aplicaciones militares. Así, Gorman y Sejnowski diseñaron una red neural para detectar minas a partir de las señales de sonar y Farhat construyó una red que identificaba vehículos a través del análisis de señales de radar [21]. Los misiles de crucero están equipados con redes neurales que comparan los perfiles del paisaje con los patrones almacenados en la memoria y ofrecen de este modo información sobre la dirección y la altitud. Pero también hay muchas aplicaciones comerciales. Hay redes neurales para reconocer firmas, huellas dactilares, rostros y voces.

Por supuesto, no todas estas aplicaciones son importantes para la psicología. Al igual que en la IA es preciso establecer una distinción entre simulaciones de productos y simulaciones de procesos. En las simulaciones de *productos* se trata de imitar el resultado final, por ejemplo el resultado de una suma o de la evaluación de una posición de ajedrez. En este tipo de simulaciones se puede utilizar libremente lo que Dennett denominó *cognitive wheels* (ruedas cognitivas), hallazgos técnicos y trucos de diseño que ciertamente no existen en la naturaleza, pero que ofrecen una solución rápida (como las ruedas para el transporte) [22]. Por el contrario, las simulaciones de *procesos* tienen por objeto imitar no sólo el

[21] Allman, *Apprentices*, p. 136.

[22] D. C. Dennett, «Cognitive wheels: the frame problem of AI», C. Hookway (ed.), *Minds, machines and evolution*, Cambridge, 1984, pp. 129-151.

resultado, sino también los mecanismos causantes del resultado. Cada simulación de una red neural ocupa un sitio en el puente entre la simulación de productos y procesos, dependiendo de si en la simulación se ha tenido más o menos en cuenta lo que creemos saber sobre los verdaderos procesos neuronales. Las simulaciones de productos de las redes neurales pueden utilizar procesos que no existen en el cerebro. Un ejemplo de ello es la *backward error propagation* (retropropagación del error) [23]. En esta técnica se toma como punto de partida el patrón deseado en la superficie de salida y las conexiones de intensidad entre los elementos se ajustan «hacia atrás». Este procedimiento se repite hasta que la entrada produce la salida deseada sin que sean necesarias más intervenciones. Este equivalente neuronal de una rueda cognitiva es un recurso eficaz para la construcción de redes, pero a la vez es neurológicamente irrealista, dado que el mecanismo de envío de una neurona —el axón o neurita— no puede hacer las veces de receptor [24]. Además, esta forma de aprendizaje implica una intervención del constructor («aprendizaje supervisado»), mientras que el cerebro aprende sin intervenciones externas [25]. Por tanto, aunque muchas redes neurales sólo revisten una importancia marginal para la psicología, el conexionismo empieza a influir en la labor teórica. Esta influencia se impone sobre todo en el ámbito del reconocimiento (de patrones), el aprendizaje y la memoria.

Las redes en la memoria

En un sentido amplio se puede decir que cualquier red neural es una memoria. Las redes cambian de estructura en función de la experiencia. La configuración de las conexiones de intensidad puede interpretarse como un registro de estas experiencias y se manifiesta en la mayor facilidad con que determinados patrones son procesados y reproducidos. Las redes neurales «se amoldan» a los patrones que han procesado anteriormente. Esta amplia descripción de la memoria concuerda con la interpretación que Ewald Hering hizo en 1870 del cerebro en su clásica disertación [26]. En el procesamiento de la experiencia tienen lugar procesos de facilitación que simplifican la reproducción de determinados patrones y que «recuerdan» estos patrones en forma de una disposición. La memoria

[23] Esta técnica fue desarrollada por D. Rumelhart, J. McClelland, y R. J. Williams, «Learning representations by back propagating errors», *Nature*, 323 (1986), pp. 533-536.

[24] Este argumento fue presentado por G. Hinton, «Connectionist learning procedures», *Artificial Intelligence*, 40 (1989), pp. 185-234; fue impugnado por C. F. Stevens, «Strengthening the synaps», *Nature*, 338 (1989), pp. 460-461.

[25] Otro ejemplo de una rueda cognitiva en las redes neurales es la «vetocélula», una neurona de tipo pontifical que puede anular el esfuerzo conjunto de un grupo de neuronas bloqueando el impulso.

[26] E. Hering, *Über das Gedächtnis als eine allgemeine Funktion der organisierten Materie*, Viena, 1870.

humana, ubicada en el cerebro, es según Hering la particularización de una característica general de la materia orgánica.

Esta interpretación de la memoria no está exenta de complicaciones (que serán tratadas más adelante), pero indica que las redes neurales —«materia organizada» por excelencia— tienen una fuerte conexión inherente con el aprendizaje y la memoria. Gran parte de las investigaciones se centran en el desarrollo de reglas de aprendizaje que especifican de qué modo la red se organiza a sí misma. En este contexto se distinguen tres tipos de capas funcionales: la superficie de entrada, que asimila los estímulos procedentes del entorno en forma de patrón de activación; la superficie de salida, que da la respuesta; y una o varias «capas ocultas», que se ocupan de la conexión entre la superficie de entrada y la de salida. Al igual que las neuronas, los elementos de la red tienen un peso y un umbral: no todas las células revisten la misma importancia y además varían en cuanto a la facilidad con que pueden activarse. El peso refuerza o debilita la señal, según su valor positivo o negativo. Lo que cuenta en una red neural no es el elemento independiente, sino el patrón de conexiones de intensidad entre los elementos. Cada representación tiene por ello un sustrato distribuido.

Dos características que según los conexionistas suponen un alto grado de realismo psicológico a las redes neurales, fueron especificadas por Block más de dos décadas antes de iniciarse la revolución conexionista [27]. Estas características son *resistance to noise* (resistencia al ruido) y *graceful degradation* (degradación elegante). En una reseña de un perceptrón entrenado para distinguir una X de una E, Block demostró que la introducción de un «ruido visual» —activando en la superficie de entrada un 30% de elementos erróneos junto a los correctos o dando tres veces una respuesta equivocada— apenas influía en el reconocimiento de patrones de la red. Asimismo demostró que los daños del sistema, que se provocaban desconectando elementos, tenían sólo un efecto gradual, proporcional a la cantidad de daños, una característica que Hopfield llamaba *fail-soft* (fallo leve) y que actualmente se denomina *graceful degradation*. La tolerancia a las incoherencias, sumada a la insensibilidad a las averías, forma un marcado contraste con el procesamiento de la información por ordenadores convencionales.

Hay una tercera característica de la redes neurales que subraya el contraste con el ordenador. Una red neural funciona como una memoria direccionable por contenido. El patrón de entrada activa automáticamente el patrón asociado, sin intervención de un índice o una lista de posiciones que habría que consultar en una memoria direccionable por posición. En la IA tradicional, la relación entre entrada y posición de almacenamiento es arbitraria y por consiguiente es

[27] H. D. Block, «The perceptron: a model for brain functioning, 1», *Review of Modern Physics*, 34 (1962), pp. 123-135.

preciso codificar por separado la dirección. Las memorias direccionables por contenido operan con una escala de tiempo psicológicamente más realista [28].

En los últimos años, las redes neurales se han relacionado con una serie de aspectos de la psicología de la memoria. Así, hay redes para el aprendizaje asociativo y para la simulación de procesos en la memoria de trabajo. Asimismo es conocida la red para la elaboración de prototipos que Jay McClelland y David Rumelhart presentaron en 1985.

El perro genérico

La capacidad de procesar patrones en lugar de paquetes independientes de información ha sido utilizada por diferentes autores de tendencia conexionista para diseñar simulaciones de la habilidad humana que nos permite ver lo parecido en lo diferente. En nuestra heraclítica existencia, nada se repite de forma idéntica y para aprender de la experiencia es necesario establecer categorías globales de lo afín. Desde la época de Platón, la cuestión de cómo se forman en nuestra mente estas categorías y cómo se relacionan con la realidad de los objetos y sucesos concretos ha sido objeto de especulación filosófica. Recientemente se han construido redes neurales en las que la categorización, según afirman sus diseñadores, es una consecuencia natural del almacenamiento distribuido de patrones [29].

Los objetos o conceptos casi nunca pueden categorizarse sobre la base de características definitorias susceptibles de enumerarse en una lista. En la mayoría de los casos, una lista de este tipo tiene una longitud infinita o las características son insuficientes para fundamentar en ellas una decisión de inclusión o exclusión. Wittgenstein lo ilustraba a partir del concepto de «juego», pero también una categoría a primera vista poco problemática como «pájaro» puede servir para ilustrar este problema. Por ejemplo, poder volar no es un criterio suficiente: no todos los pájaros pueden volar (avestruz) y no todo lo que vuela es un pájaro (murciélago). Otros criterios como las plumas (pollo desplumado) o poner huevos (ornitorrinco) plantean problemas similares. No obstante, en nuestra memoria formamos categorías pasando por alto, de alguna manera, las complicaciones de definiciones y criterios.

La investigación de la estructura de las redes semánticas ha sugerido que los *prototipos* desempeñan un papel en este contexto. Los experimentos de tiempo de reacción demuestran que la pregunta «¿Es X un pájaro?» se contesta con

[28] P. T. Quinlan, *Connectionism and psychology*, Hertfordshire, 1991.
[29] J. McClelland, D. Rumelhart, y el PDP Research Group, *Parallel distributed processing: explorations in the microstructure of cognition*, vol. I, Cambridge Mass., 1986.

mayor rapidez a medida que X se parece más a un pájaro. Los canarios y los mirlos son, según estos experimentos, más parecidos a los pájaros que los pingüinos o los avestruces. Obviamente, lo «pajaresco» del pájaro es un prototipo que tenemos en nuestra memoria y hace las veces de norma con la que comparamos los pájaros concretos.

McClelland y Rumelhart diseñaron una red neural capaz de formar prototipos. En primer lugar establecieron una serie de valores de activación de más y menos (+/–) con 24 posiciones. Esta serie debía representar a un «perro genérico». Las ocho primeras posiciones definían el nombre del perro, las 16 últimas sus características. A continuación introdujeron en la red 50 «perros concretos» cambiando cada vez una de las características. Una vez almacenados estos 50 perros, cada uno con otro nombre, se introdujo un fragmento del prototipo. Los diferentes nombres fueron suprimiéndose y la red reprodujo el prototipo completo. Este «perro genérico» nunca había sido propuesto como tal a la memoria, y sin embargo apareció. «Los alumnos de Platón envidiarán la capacidad del sistema para ver la forma real del perro genérico sobre la base de las sombras distorsionadas en el muro de la caverna», escribe Clark [30].

Las teorías de inspiración neuronal en torno a la categorización adoptan a grandes rasgos la figura de la red que acabamos de describir [31]. Tan pronto la superposición del sustrato físico de los patrones almacenados rebasa un límite crítico, lo común se va sedimentando cada vez más en los patrones, hasta que finalmente se forma un prototipo que no tiene por qué coincidir con uno de los patrones propuestos. Esta capacidad de generalizar está vinculada de forma natural a lo opuesto: la discriminación, pues si la coincidencia entre el prototipo y un nuevo conjunto de patrones propuestos no alcanza ese límite, se formarán *otras* categorías que serán almacenadas en la misma red.

Podemos constatar que la red de prototipos aprende según principios totalmente diferentes de los del ordenador. La elaboración de prototipos no se programa como tarea independiente, sino que es una consecuencia automática del almacenamiento. El hecho de que en los contextos naturales no suela haber reglas, definiciones ni criterios, no supone ningún inconveniente si tampoco es necesario programarlos. Y en segundo lugar, de acuerdo con los conexionistas, evocar un patrón a través del almacenamiento distribuido coincide más con lo que parece suceder en la memoria humana. Para reconocer algo, a menudo basta con disponer de un fragmento del patrón buscado (como en un rostro parcialmente tapado), aunque el reconocimiento también puede tener el carácter gradual que, según ellos, falta en la reproducción de una memoria de ordenador.

[30] A. Clark, *Microcognition: philosophy, cognitive science, and parallel distributed processing*, Cambridge Mass., 1989, p. 99.

[31] Véase A. G. Knapp, y J. A. Anderson, «Theory of categorization based on distributed memory storage», *Journal of experimental psychology: learning, memory, and cognition*, 10 (1984), 4, pp. 616-637.

La chincheta de Claparède

Aparte de los procesos cognitivos como aprender, categorizar y discriminar, las redes neurales se han relacionado con diferentes formas de recuerdo. Un ejemplo es el CALM, *Categorizing And Learning Module,* de Wolters y Phaf[32]. Esta red simula las prestaciones de pacientes con amnesia anterógrada y tiene por objeto aclarar la diferencia entre memoria implícita y explícita[33]. Al tratar a pacientes amnésicos se observó que debía de existir algo así como una memoria implícita, una memoria que fuera inaccesible al recuerdo consciente, pero que almacenara la experiencia. El siglo pasado, el neurólogo ruso Korsakov descubrió que los pacientes que padecían graves trastornos de la memoria a causa del alcoholismo, eran capaces de recordar determinadas experiencias, aunque no pudieran hacerlo conscientemente. Mencionó el caso de un paciente tratado con electrochoques, que no recordaba haber sido tratado, pero que, al ver la caja con los aparatos de electrochoque, preguntó atemorizado a Korsakov: «¿Va a electrocutarme usted?» [34]. En 1911, el psiquiatra suizo Claparède informó de un caso parecido [35]. Durante su recorrido por las salas, Claparède solía estrechar la mano de los pacientes. Una mañana ocultó una chincheta en la palma de la mano cuando se disponía a estrechar la mano de una paciente de Korsakov con amnesia anterógrada integral. Al siguiente día volvió a tenderle la mano, pero esta vez la mujer se negó a estrechársela. No era capaz de explicar por qué se negaba a hacerlo, ni siquiera sabía que había visto antes a Claparède, y sin embargo, el recuerdo del pinchazo doloroso había quedado almacenado y ello influía en su comportamiento un día más tarde. Los experimentos más sistemáticos con tres pacientes de amnesia, realizados por Schneider, demostraron que el reconocimiento de una imagen a la luz de un fragmento de la representación mejoraba día tras día, aunque los pacientes insistían en que nunca antes habían visto las imágenes [36].

[32] G. Wolters, y R. H. Phaf, «Implicit and explicit memory: implications for the symbol manipulation versus connectionism controversy», *Psychological research*, 52 (1990), pp. 137-144.

[33] La amnesia anterógrada es la pérdida de memoria de los sucesos *después* de surgir el trastorno; en la amnesia retrógada no es posible reproducir parte del material almacenado *antes* del trastorno. La dicotomía entre memoria explícita e implícita se ha especificado también en términos de memoria declarativa y procedimental, A. Baddeley, *Human memory. Theory and practice*, Hillsdale, N. J., 1990, p. 207.

[34] S. S. Korsakov, «Étude médico-psychologique sur une forme des maladies de la mémoire», *Revue philosophique*, 28 (1889), pp. 501-530. Según los criterios actuales, la pérdida de la memoria en el síndrome Korsakov no se debe al consumo de alcohol, sino a los daños neurológicos como consecuencia de deficiencias alimenticias.

[35] El relato de Claparède puede encontrarse en el artículo sinóptico de D. L. Schacter, «Implicit memory: history and current status»; *Journal of experimental psychology: learning, memory, and cognition*, 13 (1987), 3, pp. 501-518.

[36] K. Schneider, «Über einige klinisch-pathologische Untersuchungsmethoden und ihre Ergebnisse. Zugleich ein Beitrag zur Psychopathologie der Korsakowschen Psychose», *Zeitschrift für Neurologische Psychiatrie*, 8 (1912), pp. 553-616.

La ironía de la situación es que la propia psicología olvidó las observaciones de Korsakov y Claparède y los descubrimientos de Schneider sobre lo que permanece intacto al perder la memoria. Sólo en 1968 se redescubrió la relativa invulnerabilidad de lo que se dio en llamar «memoria implícita». Un estudio del caso de Henry M., que desde una fallida operación cerebral en 1953 padecía una grave forma de amnesia anterógrada, demostró que la capacidad para realizar tareas motrices simples permanecía intacta [37]. En experimentos con otros pacientes se descubrió que habilidades como reconocer imágenes y completar palabras estaban intactas [38]. La caja de Korsakov y la chincheta de Claparède fueron redescubiertas en los años ochenta y actualmente forman parte de todas las sinopsis sobre la diferencia entre memoria implícita y explícita [39]. En una larga serie de experimentos se constató que los pacientes con pérdida de memoria aprendían sobre todo las tareas motrices y perceptivas con igual rapidez que las personas con la memoria intacta [40]. Los pacientes amnésicos aprenden con igual rapidez que otras personas tareas como por ejemplo trazar un dibujo que se observa en un espejo o leer escritura invertida, aprender la ruta por un laberinto dibujado o solucionar rompecabezas espaciales (véase figura 8.4). Olvidan *que* han aprendido algo —y cada mañana saludan al director del experimento como si lo vieran por primera vez—, pero no olvidan *lo que* han aprendido y por ello realizan cada vez mejor la tarea. En el caso de la amnesia, la memoria implícita permanece intacta [41].

En las tareas mnemónicas explícitas, el sujeto experimental tiene un recuerdo activo y consciente de lo aprendido y del contexto de aprendizaje. Las indicaciones que se han tomado del contexto tienen un efecto positivo sobre la reproducción de lo aprendido. En las tareas mnemónicas implícitas, este efecto de contexto no existe y el aprendizaje sólo se manifiesta en una mejora progresiva de la prestación. Si se presenta día tras día una serie de parejas de palabras a los pacientes y se les pide que las memoricen, después de un tiempo lograrán reproducir correctamente cada vez más palabras —siempre que, a modo de indicación, se les mencionen las letras iniciales de la palabra solicitada— por mucho que no guarden recuerdo consciente de las palabras ni de haberlas

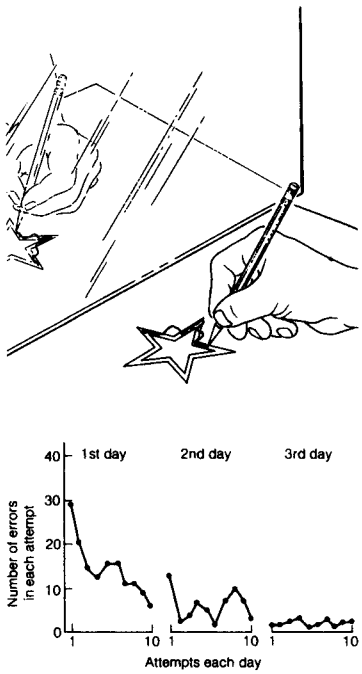
[37] S. Corkin, «Acquisition of motor skill after bilateral medial temporal lobe-excision», *Neuropsychologia*, 6 (1968), pp. 255-265. Henry M. padecía una grave forma de epilepsia; la operación tenía por objeto reducir la frecuencia de los ataques.

[38] E. K. Warrington, y L. Weiskrantz, «New method of testing long-term retention with special reference to amnesic patients», *Nature*, 217 (1968), pp. 972-974.

[39] D. L. Schacter, M. P. McAndrews, y M. Moscovitch, «Access to consciousness: dissociation between implicit and explicit knowledge in neuropsychological syndromes», L. Weiskrantz (ed.), *Thought without language*, Oxford, 1988, p. 244.

[40] P. Graf, L. R. Squire, y G. Mandler, «The information that amnesic patients do no forget», *Journal of experimental psychology: learning, memory, and cognition*, 10 (1984), 1, pp. 164-178.

[41] Schacter, «Implicit memory».



8.4 En esta prueba, el sujeto experimental tenía que copiar la estrella mirando al espejo y sin salirse de las líneas. Debido a la inversión de izquierda y derecha, esta es al principio una tarea difícil. Con la práctica se mejora rápidamente: después de dos días a razón de diez intentos cada uno, el sujeto puede copiar la estrella sin apenas equivocarse (véase gráfico). Los pacientes con graves pérdidas de memoria aprenden esta tarea con igual rapidez que las personas sin trastornos de memoria. Los procesos que permanecen intactos en caso de pérdida de memoria se llaman «memoria implícita».

aprendido. Por lo visto, la amnesia anterógrada tiene un efecto diferente en las formas de memoria explícita e implícita. La red CALM fue diseñada para simular el efecto de esta diferencia.

Los diseñadores eligieron, como tarea mnemónica explícita, la libre reproducción de palabras, con el contexto de aprendizaje como indicación. La memoria implícita se medía completando palabras de las que se indicaban las dos o tres letras iniciales. El núcleo de la red se componía de dos módulos: uno para las palabras y otro para los contextos. Wolters y Phaf crearon doce sujetos experimentales artificiales llenando la red vacía de un léxico básico de 20 palabras, aprendidas en seis contextos diferentes. La «lesión» responsable de la amnesia anterógrada se simuló reduciendo artificialmente la velocidad de aprendizaje, lo cual impedía establecer asociaciones entre nuevas palabras y contextos. A

continuación presentaron nuevas palabras a la parte anmésica y a la parte intacta de la red. En la reproducción de palabras nuevas se detectó un deterioro drástico de la reproducción libre en la red amnésica, mientras que la reproducción de las letras iniciales como indicación no se vio afectada, e incluso mejoró ligeramente (posiblemente debido a una menor interferencia). La red simulaba la diferencia de sensibilidad de la memoria explícita y la implícita debido a un trastorno en la capacidad de retención.

Redes neurales, ordenadores y hologramas

Aún es prematuro formular un juicio ponderado sobre el valor heurístico de la metáfora del cerebro. Las redes neurales se han relacionado con casi todo el espectro de la memoria, pero la mayoría de estas redes simulan uno u otro fenómeno ya conocido en la psicología de la memoria. Por muy útiles que sean estas simulaciones, los méritos heurísticos del conexionismo tendrán que manifestarse finalmente en predicciones de «nuevos» fenómenos, fenómenos que no puedan deducirse de teorías ya conocidas y que puedan ponerse a prueba experimentalmente. Igual que muchas simulaciones por ordenador en el cognitivismo clásico, las redes neurales son más un duplicado del fenómeno que una explicación del mismo. Así, en las revistas especializadas y los manuales sobre la memoria, incluso los más recientes, el conexionismo es presentado como una promesa, y no como una colección de resultados[42].

Para establecer un juicio comparativo sobre los méritos de la metáfora del cerebro para la psicología de la memoria conviene considerar también dos metáforas rivales, la primera de las cuales, el ordenador, aparece mencionada a menudo en la bibliografía sobre el conexionismo, mientras que la segunda, el holograma, casi nunca. ¿Cómo se relacionan estas dos metáforas técnicas con la metáfora del cerebro? Y ¿por qué son tratadas de modo tan diferente?

La bibliografía sobre el conexionismo está dominada por la relación con la metáfora del ordenador. En la retórica que envuelve a la revolución conexionista se sugiere que el ordenador ha sido una metáfora engañosa, y que el conexionismo mucho más vital se encargará de relevarla, como si fuera un programa de investigación degenerativo. Los cognitivistas clásicos son calificados de representantes de un *ancien régime* responsable del estancamiento de la elaboración de teorías, un trato que no se diferencia mucho del que los cognitivistas dieron una generación antes a los conductistas. Estéril, limitada e irrelevante son de nuevo los adjetivos con que se caracteriza a la labor téorica del viejo estilo: estéril, porque la metáfora del ordenador no habría ayudado a elaborar teorías;

[42] Véase Baddeley, *Human memory*, pp. 357 y s.

limitada, porque el cognitivismo sólo se centraba en procesos «superiores» como el lenguaje y la solución de problemas, pasando por alto el reconocimiento de patrones o el aprendizaje; irrelevante, porque una explicación en términos de operaciones con símbolos no aclara cómo se representan estos procesos en el cerebro. En cambio, el conexionismo promete unas redes neurales que reconocen rostros o aprenden en poco tiempo a pronunciar palabras nuevas y que, en el futuro, después de refinar su arquitectura, presentarán nuevas teorías acerca de todo el alcance de la mente humana.

Algunos autores llegan incluso a extender esta comparación, tan negativa para el cognitivismo clásico, hasta el dominio de la filosofía. Así, Thagard afirma que la inteligencia «natural», como ha surgido en la evolución, presupone reacciones en una escala temporal con límites que no han sido respetados por los ordenadores convencionales, y sí por las redes [43]. Por ello espera que las redes neurales contribuyan más a solucionar el problema de cuerpo y mente que la teoría del funcionalismo inspirada por la metáfora del ordenador. Thagard vincula así un punto de vista filosófico sobre la relación entre cuerpo y mente con las diferencias entre ordenadores y redes neurales, diferencias que, en primer lugar, tienen que ver con el estado actual de las técnicas de simulación. Este cambio plantea la pregunta de por qué el funcionalismo tendría que ser más convincente si los ordenadores convencionales operaran a escala del tiempo humano. Al margen de ello, una opinión como la de Thagard ilustra en cualquier caso en qué grado el conexionismo ha sabido ganar adeptos a costa de la metáfora del ordenador.

Algunos autores conexionistas inclinan la balanza de la comparación entre la metáfora del cerebro y la metáfora del ordenador a favor de la primera, basándose en razones que no vienen a cuento. Dentro de la metáfora del ordenador —según afirman—, el recuerdo es un proceso de «todo o nada», lo que se busca está o no está en la memoria, y en consecuencia se reproduce por completo o no se reproduce en absoluto [44]. Según ellos, el conexionismo resalta mejor las diferentes formas de olvido y reproducción parcial. Pero esta imagen es engañosa. La simulación de la memoria EPAM (véase Capítulo 6) estaba programada precisamente para imitar un tipo de olvido —información temporalmente inhallable debido a indicaciones insuficientes— que *no* tiene este carácter de «todo o nada». Las simulaciones de procesos como este no son un argumento en contra de la metáfora del ordenador. A la inversa, las prestaciones de redes avanzadas, pero neurológicamente irrealistas, no favorecen a la metáfora del cerebro. El nivel de comparación entre la metáfora del cerebro y la del ordenador ha de ser el de las simulaciones de procesos.

[43] P. Thagard, «Parallel computation and the mind-body problem», *Cognitive science*, 10 (1986), pp. 301-318.
[44] Wolters, y Phaf, «Connectionisme», p. 369.

Bien mirado, esta comparación sólo puede realizarse de forma muy limitada. La mayoría de las teorías conexionistas tienen que ver con temas como aprendizaje, asociación y reconocimiento de patrones, mientras que la metáfora del ordenador influyó sobre todo en teorías acerca de los procesos «superiores» como la solución de problemas y el razonamiento. Esta diferencia de orientación dificulta una comparación detallada entre ambas metáforas. Para defender la superioridad de las simulaciones del tipo *brain-style* frente a las simulaciones clásicas con ordenador, muchos conexionistas han apelado a principios de carácter general, como el mayor contenido real neurológico o psicológico de las redes neurales. Pero también en este caso conviene relativizar. En realidad, las coincidencias entre el tejido neuronal y las redes neurales son tan limitadas o superficiales que la cuestión es si la relación ha de interpretarse en términos de coincidencias. Las neuronas muestran entre sí grandes diferencias de estructura y función. Algunas neuronas no son más que simples eslabones de una larga cadena; otras, como las células piramidales, tienen cientos de conexiones e integran los impulsos de grandes grupos de células. Las neuronas están ordenadas en capas, trayectos y circuitos muy diversos. Su actividad es modulada por procesos químicos bajo control hormonal. Ninguna de estas características se encuentra en las redes neurales, que por regla general se componen de elementos homogéneos, ordenados en un número limitado de planos. Las conexiones de ordenador en la red funcionan cien mil veces más rápidamente que las neuronas que simulan. La práctica aceptada de llamar las redes neurales «idealizaciones» es engañosa, pues las diferencias entre modelo y realidad son sencillamente excesivas. Esto último explica además la situación aparentemente paradójica de que sean nada menos los que practican las neurociencias quienes acogen con mayor reserva el conexionismo.

Pero también el contenido real *psicológico* de las redes neurales es relativamente escaso. Se ha constatado que en los animales y las personas hay una enorme selectividad en la capacidad de asociación. Por ejemplo, las asociaciones entre alimento y náuseas surgen con mayor rapidez y son más tenaces que las asociaciones entre estímulos que no guardan relación orgánica. La misma diferencia se presenta en la adquisición de habilidades cognitivas elementales. Los niños pequeños aprenden rápidamente que los objetos que no son visibles —como un sonajero escondido debajo de la almohada— siguen existiendo («permanencia del objeto»). Los animales, como los zorros, que han de poder perseguir a su presa aunque esta desaparezca por un momento, desarrollan la permanencia del objeto; en cambio, los animales cuyo alimento no se mueve, como los herbívoros, no lo hacen [45]. El tejido neuronal está en gran medida *prewired* (precableado), es accesible a algunas asociaciones, reacio o cerrado a

[45] D. A. Oakley, y H. C. Plotking (eds.), *Brain, behaviour and evolution*, Londres, 1979.

otras. Esta diferencia no existe en las redes neurales: todas las asociaciones son igual de fáciles o igual de difíciles de establecer, al margen del significado de lo que se asocia. En lo que respecta a esta última característica, las redes neurales se asemejan más a la memoria de un ordenador que a la memoria humana.

Para los autores de temperamento ecuménico, el cognitivismo clásico y el conexionismo son más complementarios que rivales, y de acuerdo con ello han publicado propuestas de espíritu conciliador. Así, para Baddeley y van Hezewijk el programa clásico es una teoría sobre la *organización* de los procesos mentales, mientras que el conexionismo especifica cómo las estructuras neuronales aprenden los detalles de estos procesos [46]. Estes cree que una teoría sobre la categorización puede tener tanto una «capa» conexionista como una cognitivista [47]. Clark argumenta que las estructuras cerebrales muy dispares y la coordinación entre las mismas exigen procesos que en conjunto han de interpretarse como «computaciones», pero que a veces pueden describirse más fácilmente a la luz de principios conexionistas que cognitivistas [48]. Por último, Vroon considera que, en la federación que es nuestro cerebro, hay sitio para una gran variedad de principios teóricos [49]. La metáfora del cerebro, podríamos concluir, no es tan diametralmente opuesta a la metáfora del ordenador como se suponía en los primeros años del conexionismo. En lo que respecta a la psicología de la memoria, ambas metáforas son fuente de inspiración para dos programas de investigación que por ahora han mantenido su propio ritmo y su propio rumbo.

Al comienzo de sus carreras, diversos autores conexionistas se dejaron inspirar por la metáfora del holograma. Por ejemplo, Cooper leyó a principios de los setenta un artículo en *Nature* en el que Longuet-Higgins comparaba el cerebro con un holograma. Se sintió intrigado por la característica de *graceful degradation* que parecían compartir el holograma y el cerebro. Dado que los hologramas, como sistemas ópticos, no le parecían biológicamente convincentes, pidió a uno de sus estudiantes de doctorado «que elaborara un modelo fisiológicamente más aceptable» [50]. Dicho estudiante descubrió a continuación las redes neurales de Anderson. También Hinton, otro conexionista de la primera hornada, declaró que los hologramas le habían sugerido a una temprana edad la idea de las redes neurales: «Pensaba sobre las redes neurales cuando tenía 16

[46] Baddeley, *Human memory*, 378; R. van Hezewijk, «Cognitivisme en connectionisme», *Psychologie en maatschappij*, 15 (1991), pp. 223-240.
[47] W. K. Estes, «Toward a framework for combining connectionist and symbol-processing models», *Journal of memory and languaje*, 27 (1988), pp. 196-212.
[48] Clark, *Microcognition*, p. 161.
[49] P. A. Vroon, *Tranen van de krokodill*, Baarn, 1989.
[50] Citado en Johnson, *Palaces*, p. 151. Anderson se refería a H. C. Longuet-Higgins, «Holographic model of temporary recall», *Nature* (6 de enero de 1968), p. 104.

años. Acababa de enterarme de la existencia de los hologramas, y me pareció una metáfora obvia para describir la mente» [51].

Más convincente es la vinculación entre holografía y redes neurales en la labor teórica. Las principales nociones teóricas que actualmente se asocian con las redes neurales fueron formuladas primero en la bibliografía sobre la metáfora del holograma. Las memorias holográficas son *direccionables por contenido*. La información está almacenada en forma de representaciones *distribuidas*, lo cual hace que sean menos sensibles a la pérdida de información en caso de producirse daños (*graceful degradation*). Los patrones se almacenan y reproducen de acuerdo con principios *paralelos*. En definitiva, los hologramas tienen en común con las redes neurales precisamente las características que en la bibliografía se presentan como méritos del conexionismo.

Sin embargo, en la bibliografía sobre las redes neurales apenas hay referencias a los hologramas. El propagandista más importante de la metáfora del holograma, Karl Pribram, no aparece citado, o sólo en contadas ocasiones [52]. En los índices de los manuales conexionistas no hay referencias a las publicaciones de van Heerden, que en los años sesenta ya presentó modelos asociativos para la memoria. ¿Por qué se dejó de prestar atención a la metáfora del holograma, cuando sus características concuerdan de forma tan exacta con las redes neurales?

Parte de la explicación puede destilarse de la compilación redactada por Hinton y Anderson sobre los modelos paralelos para describir la memoria [53]. Dicha compilación, que entretanto se ha convertido en un clásico de la literatura conexionista, incluye un capítulo independiente sobre la vinculación entre holografía y memoria asociativa escrito por Willshaw [54]. Willshaw describe en él cómo entre 1967 y 1972, Longuet-Higgins y él intentaron construir una memoria distribuida. Estos modelos se inspiraban en los hologramas que empezaban a aparecer entonces gracias a la tecnología láser. Pero, comparados con la complejidad físico-matemática, las prestaciones de los modelos holográficos para describir la memoria eran decepcionantes y ambos investigadores intentaron encontrar un método que redujera la complejidad sin mermar las prestaciones. Esta segunda fase de su investigación conllevó el desarrolló de los primeros *non-holographic models* (modelos no holográficos), entre ellos el *correlograph* (correlógrafo). Este modelo utilizaba las operaciones matemáticas procedentes del análisis de la holografía, pero sin las demás operaciones complejas a que es sometida

[51] Citado en Allman, *Apprentices*, p. 119.

[52] El propio Pribram sí señaló que existía una continuidad entre holografía y conexionismo: K. H. Pribram, «From metaphors to models: the use of analogy in neuropsychology», D. E. Leary (ed.), *Metaphors in the history of psychology*, Cambridge Mass., 1990, pp. 79-103.

[53] Hinton, y Anderson, *Parallel models*.

[54] D. Willshaw, «Holography, associative memory, and inductive generalization», Hinton, y Anderson, *Parallel models*, pp. 83-104.

esa información óptica en un holograma real. El *correlograph* simulaba la esencia de la holografía almacenando y reproduciendo patrones distribuidos. A continuación, Willshaw describió cómo las operaciones del *correlograph* podían incluirse en una red neural asociativa.

En la cronología de su labor de investigación se refleja el siguiente proceso. Las características de los hologramas físicos como soporte de almacenamiento de la información despertó el interés de neurólogos y neuropsicólogos. La interpretación del holograma como una memoria artificial produjo modelos que se ceñían al máximo a las características de los hologramas. En una fase posterior se logró obtener una mejor idea de las características físico-matemáticas de los hologramas que eran esenciales para la función mnemónica y se desarrollaron modelos técnica y formalmente más simples. En la última fase, se vio que los procesos relevantes también podían incluirse en estructuras reticulares y la elaboración de teorías en torno a la memoria holográfica desembocó en el conexionismo. Una vez llegados a este punto, las referencias a los hologramas de los años sesenta y setenta carecían de importancia: lo que resultaba útil de la holografía podía formularse con mayor sencillez y de forma más convincente en los términos teóricos de las redes neurales.

Por supuesto, ello no implica que el holograma fuera un paso lateral irrelevante en la psicología de la memoria. Durante mucho tiempo, los hologramas fueron los únicos paralelos del cerebro humano con un principio de plausibilidad. El holograma era la única memoria artificial que era direccionable por contenido, que almacenaba la información de forma distribuida y que era resistente a los daños. Fueron precisamente estas características algo mágicas, encarnadas en un sistema óptico, las que despertaron el interés por los procesos subyacentes, que a su vez podían simularse en redes neurales. La metáfora del holograma generó la corriente ascendente por la cual se elevaron las ideas conexionistas.

La ley del mínimo esfuerzo

Una red neural es la formalización de la ley del mínimo esfuerzo. El trayecto que recorre un patrón a través de la red es determinado por los umbrales y las conexiones de intensidad, los equivalentes matemáticos de los surcos que han dejado anteriores patrones en la red. Es esta configuración de surcos la que contiene el sedimento de la experiencia que es procesada por la red y que la literatura conexionista denomina «memoria».

Si por un momento pasamos por alto su forma matemática, descubriremos en las redes neurales la formulación de un concepto antiguo y tradicional procedente de la psicología de la memoria, el de la *facilitación*: la creciente facili-

dad con que se establecen conexiones a medida que los elementos asociados se activan juntos una y otra vez [55]. En el siglo XVII, Descartes —fiel a la fisiología de su época— buscó el sustrato físico de la facilitación en el ensanchamiento de los poros del cerebro al circular más a menudo la materia gaseosa por el sistema nervioso. Para Hartley, un siglo más tarde, el sistema nervioso era una caja de resonancia que zumbaba, y en la que la experiencia se conservaba en forma de vibraciones y resonancias. En el siglo XIX, se creía que la conducción de los impulsos devenía progresivamente más sencilla gracias a la reducción de la resistencia eléctrica y que la memoria dejaba así un patrón de vías nerviosas que se estabilizaba lentamente. En nuestro siglo se han propuesto los más diversos mecanismos de facilitación: la formación de nuevas sinapsis, la sensibilización de dendritas, mayores cantidades de neurotransmisor, etc. Con figuras diversas, tomadas de la fisiología del momento, se ha expresado continuamente la idea de que la memoria se basa en la accesibilidad selectiva de determinados trayectos, vías, sendas, cadenas, circuitos, conexiones. Unas metáforas muy utilizadas para describir estos trayectos, incluso en la bibliografía sobre las redes neurales, son los «surcos» y los «cauces».

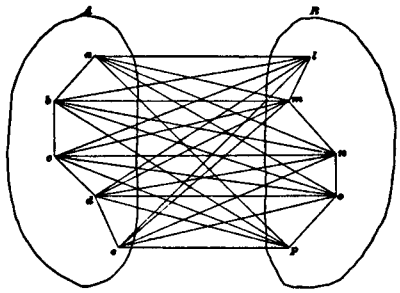
El siglo pasado, algunos representantes de la *mental physiology* como Ladd, Maudsley y James se dejaron guiar en sus teorías sobre la memoria por suposiciones sobre los procesos cerebrales. Según ellos, la retención se basaba en circuitos de neuronas sensibilizadas. Si estos circuitos eran activados por estímulos externos, se hablaba de reconocimiento; la activación desde dentro causaba el recuerdo. William James describió en 1880 cómo las leyes psicológicas de asociación podían reducirse «al hecho físico de que las corrientes nerviosas se propagan con mayor facilidad por las sendas de conducción que más se han utilizado» [56]. James especificó una «ley» que contenía el principio de Hebbs: «Cuando dos procesos cerebrales elementales se han activado conjuntamente o en sucesión inmediata, uno de ellos, al volver a presentarse, tiende a propagar su excitación al otro» [57], y describió un proceso de asociación (*redintegration*) con diagramas que, en términos actuales, muestran una conectividad, una direccionabilidad por contenido y una *graceful degradation* completas (véase figura 8.5).

También se sugirieron explicaciones de inspiración neuronal para los procesos cognitivos superiores. La teoría de Galton sobre la formación de prototipos es un buen ejemplo de ello. Galton afirmaba que los elementos nerviosos que han procesado alguna vez un determinado patrón de información sensorial se vuelven

[55] B. R. Gomulicki, «The development and present status of the trace theory of memory», *The British Journal of psychology. Monograph supplements*, XXIX (1953).

[56] El ensayo de James fue publicado en marzo de 1880 en el *Popular Science Monthly* y fue incluido, con ligeras modificaciones, como capítulo «Association» en *Principles of psychology*, Nueva York, 1890. Cita procedente de James, *Principles*, p. 502.

[57] James, *Principles*, p. 504.



8.5 El diagrama de William James de las sendas de asociación en la memoria. A es el conjunto de sendas nerviosas a, b, c, d y e que se activaron al final de la cena; B es el conjunto de sendas nerviosas activadas durante el paseo hacia casa en la noche helada. La reactivación de cualquier elemento de A activará los elementos de B, del mismo modo que los elementos de B activan los de A. Las interacciones entre *discharges* y *pathways* van grabando asociaciones cada vez más profundas entre A y B, hasta que finalmente no se puede pensar en A sin pensar en B, y viceversa. Aunque se pierda parte de las conexiones, cada elemento seguirá estando disponible.

más «blandos, más propensos a experimentar nuevamente un estado de excitación parecido» [58]. El procesamiento de estímulos similares provoca, a través de la activación repetida de los mismos elementos, unas «memorias mixtas» en las que lo común queda reducido hasta obtener una imagen prototípica que nunca ha sido propuesta como tal al cerebro. Este mecanismo fue sugerido por la metáfora de los «retratos promediados» y podía simularse físicamente gracias a la «fotografía múltiple» desarrollada por el propio Galton. Las diferencias de exposición, a favor de lo que se repite, ejercían sobre esta técnica el mismo efecto que la activación repetida en el tejido nervioso: en la placa sensible se grababa un patrón óptico de surcos. La analogía entre los retratos compuestos y la red de prototipos es tan imperiosa que se podrían incluir —sin peligro de que se notara— frases de los artículos de Galton en el análisis de McClelland y Rumelhart. Un retrato compuesto, escribía Galton en 1879, es el equivalente fotográfico de las imágenes generalizadas del recuerdo, «que no son copias de un individuo, sino que representan las características típicas de las clases» [59]. Esta es exactamente la acción de la red de prototipos: el almacenamiento de patrones específicos provoca la aparición de un patrón que manifiesta las características de la clase en su conjunto.

Si comparamos el trabajo de James o Galton con el de los conexionistas apreciaremos tanto coincidencias como diferencias. En las redes neurales revive gran parte de la *mental physiology* clásica. Los mecanismos responsables de la

[58] F. Galton, «On generic images», *Proceedings of the Royal Institution*, 9 (1879), pp. 161-170.
[59] Galton, «Generic images», p. 162.

creación de asociaciones siguen basándose en los procesos de facilitación que originan en el tejido neuronal una disposición a la activación. Al igual que entonces, se subraya el aprendizaje y la habituación, funciones que conectan con la idea de que los patrones se van grabando en la red. También las hipótesis conexionistas sobre procesos mnemónicos específicos, como la formación de categorías y prototipos, concuerdan con las teorías: el criminal prototípico de Galton surgió, en esencia, a través del mismo proceso de reducción de la diferencia que el perro prototípico de Rumelhard y McClelland. Las huellas mnemónicas están almacenadas en la intensidad o la accesibilidad de las conexiones. Las representaciones tienen un carácter distribuido. El recuerdo es un proceso gradual. La reproducción se basa en la reactivación de los circuitos neuronales implicados. En resumidas cuentas, los actuales conexionistas tienen mucho en común con el ideario clásico, precisamente en cuestiones que ellos presentan como una aportación prominente a la psicología de la memoria, y de hecho es tanto lo que tienen en común que, al leer sobre las redes neurales, de vez en cuando se tiene una sensación de *déjà vu*.

Pero también hay diferencias y estas son igualmente esenciales. Las redes neurales son especificaciones de mecanismos hipotéticos cuyo funcionamiento puede comprobarse empíricamente. Los diagramas de James y otros podían o no ser convincentes a la luz de lo que se sabía sobre el funcionamiento de la memoria, pero ciertamente no se podía experimentar con ellos. Con las redes neurales se puede experimentar libremente. Los diferentes tipos de principios, umbrales y pesos, vetocélulas y retroalimentación, relaciones señal/ruido, módulos y circuitos, todas estas variables pueden cotejarse con sus efectos simulando la red en un ordenador. Además las redes neurales pueden analizarse matemáticamente. Los diagramas en la literatura de la *mental physiology* eran esquemáticos e informales, las redes se han formalizado al máximo y —salvo en las *hidden layers* (capas ocultas)— son matemáticamente transparentes. Gracias a esta característica, el conexionismo conecta con las teorías sobre la detección de señales y el reconocimiento de patrones. La accesibilidad experimental y el hecho de que puedan ser analizadas matemáticamente, junto con la exigencia técnica de que realmente funcionen, hace que las redes neurales sean algo más que una repetición del asociacionismo.

Por lo pronto parece que el valor heurístico de las redes neurales reside en el ámbito conceptual. Los conexionistas exploran un «espacio de búsqueda» diferente del de los cognitivistas, utilizan otros principios de explicación y observan, por lo menos de reojo, la realidad neurológica. Sus modelos son más una corrección del tipo de psicología que se vio dominada por la metáfora del ordenador, que de la psicología en general. El hecho de que la memoria humana no funcione como un aparato direccionable por posición, no analice índices, no elabore categorías sobre la base de criterios explícitos, todo ello sorprende

solamente a los teóricos que habían seguido con demasiada docilidad la metáfora del ordenador: William James no se hubiera extrañado. Las redes neurales anulan los pasos que había dado la metáfora del ordenador y que quizás habría sido preferible no dar. Un ejemplo es que la metáfora del ordenador interpreta la memoria como un conjunto de compartimientos, análogo al diseño de programas informáticos en diagramas de flujo, con una separación entre proceso y almacenamiento, mientras que en el conexionismo, proceso y almacenamiento forman parte del mismo sistema. Wolters y Phaf consideran que, en este sentido, la metáfora del cerebro es una corrección de la metáfora del ordenador: «Eliminar la separación entre procesador y memoria en los sistemas conexionistas es un paso que se dio hace tiempo en la psicología, pero que cayó temporalmente en desuso debido a la metáfora del ordenador» [60]. Recurriendo a una metáfora de Robert Hooke cabría decir que el ordenador provocó un eclipse en la memoria colectiva de la psicología y durante un tiempo ocultó algo que ahora vuelve a estar claramente visible.

Además de méritos, el conexionismo también tiene defectos en el ámbito conceptual, sobre todo en comparación con los análisis que se publicaron el siglo pasado sobre la memoria. Las teorías conexionistas llaman sin muchos rodeos memoria a las redes neurales y recuerdos a los patrones almacenados. La cuestión de si la reactivación del trayecto neuronal de una determinada representación es realmente un recuerdo o simplemente una repetición de la experiencia, es decir, si la reactivación no es más bien una de las condiciones necesarias en lugar de una explicación completa, es una cuestión que apenas se plantea en la literatura conexionista. En este sentido, el trabajo de los psicólogos decimonónicos era más refinado.

William James dedicó un apartado de sus *Principles of Psychology* a una descripción meticulosa del «recuerdo». Un recuerdo, argumentaba James, no sólo tiene que ver con el pasado, sino que también ha de experimentarse *como* pasado, más concretamente: como algo que pertenece a *mi* pasado. Un recuerdo ha de tener la cualidad de «calor e intimidad» que lo convierte en una experiencia personal. Estas características no pueden basarse en una simple reactivación de los trayectos neuronales. En tal caso bastaría con duplicar la experiencia, revivir lo mismo. El recuerdo es precisamente la suma de revivir *más* la noción de que la experiencia puede situarse en el pasado personal. El recuerdo, escribe James, es «un fenómeno *psicofísico* con un lado corporal y otro mental. El lado corporal es la excitación funcional de los trayectos y vías neuronales en cuestión en el cerebro. El lado mental es la percepción consciente de un suceso del pasado y la creencia de que hemos vivido anteriormente dicho suceso» [61]. A continuación,

[60] Wolters, y Phaf, «Connectionisme», p. 368.

[61] James, *Principles*; cita procedente de W. James, *De hoofdsom van de psychologie*, Amsterdam/Lisse, 1992, p. 178.

James se pregunta cómo la fisiología del grabado de asociaciones podría explicar este lado consciente del recuerdo y hace una observación que ahora, más de cien años después, parece relevante para las redes neurales:

> Y algo tan vago como una modificación que habría dejado atrás la primera excitación no nos ayuda para nada. Pues, siguiendo con la analogía, tal modificación puede como mucho ocuparse de acelerar y facilitar la siguiente excitación. Debido a ello es posible que sea menos *consciente*, pero no se encargará de modificar el pasado. La acequia se hace cada vez más profunda después de cada chubasco, pero ello no significa que entre en contacto con anteriores chubascos [62].

James no niega que grabar patrones sea un elemento crucial de una teoría sobre la memoria, sino que considera que estos procesos fisiológicos constituyen tan sólo una parte de la explicación.

El propio James tenía sus dudas sobre cómo había que completar esta teoría de la memoria. En una consideración final sobre lo que llama «la metafísica del recuerdo», escribe que este problema conceptual forma parte del «gran misterio» que es la manera en que los procesos cerebrales pueden estar vinculados a los procesos psicológicos: «Sin duda no es mayor misterio *experimentarme* a mí mismo ahora, escribiendo sentado a esta mesa, gracias a un proceso cerebral determinado, que *recordar* dentro de un año la experiencia de haber estado escribiendo gracias a otro proceso cerebral» [63].

No es justo reprochar a los conexionistas que no hayan logrado esclarecer ese «gran misterio». Pero al llamar memoria a las redes, y recuerdos a los patrones almacenados, da la impresión de que ni siquiera ven el gran misterio.

[62] James, *Hoofdsom*, p. 179.
[63] Ibídem, p. 205.

CAPÍTULO 9

EL HOMÚNCULO

La ilusión más audaz de los alquimistas no era descubrir la piedra filosofal o el arte de fabricar el oro, sino crear un ser artificial, un *homúnculo*. El homúnculo representaba para los alquimistas el sueño de «la naturaleza a través del arte», significaba repetir la Creación con medios humanos. En grabados simbólicos pedían que se bendijera este osado proyecto: el homúnculo, en una bola de cristal, como en una retorta, era el producto del intelecto humano y el trabajo en un laboratorio alquimista (véase figura 9.1).

El tema del homúnculo siguió cautivando a los hombres a través de los siglos. Desde los cuentos judíos del *golem* hasta la novela de Frankenstein, la creación de vida artificial ha vagado por la imaginación como uno de esos proyectos situados al límite de la capacidad humana, que quizás lleguen algún día a hacerse realidad.

En nuestro siglo, la Inteligencia Artificial se ha erigido a sí misma en la ciencia que puede hacer realidad las aspiraciones de los alquimistas. La creación de un nuevo ser pensante, con los recursos de un laboratorio, coronaría los esfuerzos por fabricar una réplica del propio intelecto, una muestra de «naturaleza a través del arte», quizás menos oculta que los proyectos de la alquimia, pero sin duda igualmente ambiciosa.

En los tres o cuatro siglos que nos separan de los alquimistas, el término homúnculo ha adquirido otro significado. En la psicología y la IA, el homúnculo alude a un problema teórico específico. Una teoría alberga a un homúnculo cuando en la explicación de un proceso psicológico se apela al mismo proceso que ha de explicarse. La designación lógica es *petitio principii*: utilizar lo que había que demostrar. Dado que el círculo de este razonamiento puede seguirse infinitamente, se habla también de una regresión infinita.

9.1 El homúnculo alquimista como sueño de «naturaleza a través del arte».

9.1 El homúnculo alquimista como sueño de «naturaleza a través del arte».

Al igual que el de la alquimia, el homúnculo de la psicología tiene su propia iconografía. En las estampas de divulgación científica del cerebro humano se representa al homúnculo como un hombrecillo que observa y evalúa la información sensorial entrante, y luego actúa. Igual que las representaciones del cerebro, esta iconografía es característica de su época; el homúnculo está rodeado de una tecnología que se renueva constantemente (figs. 9.2 y 9.3).

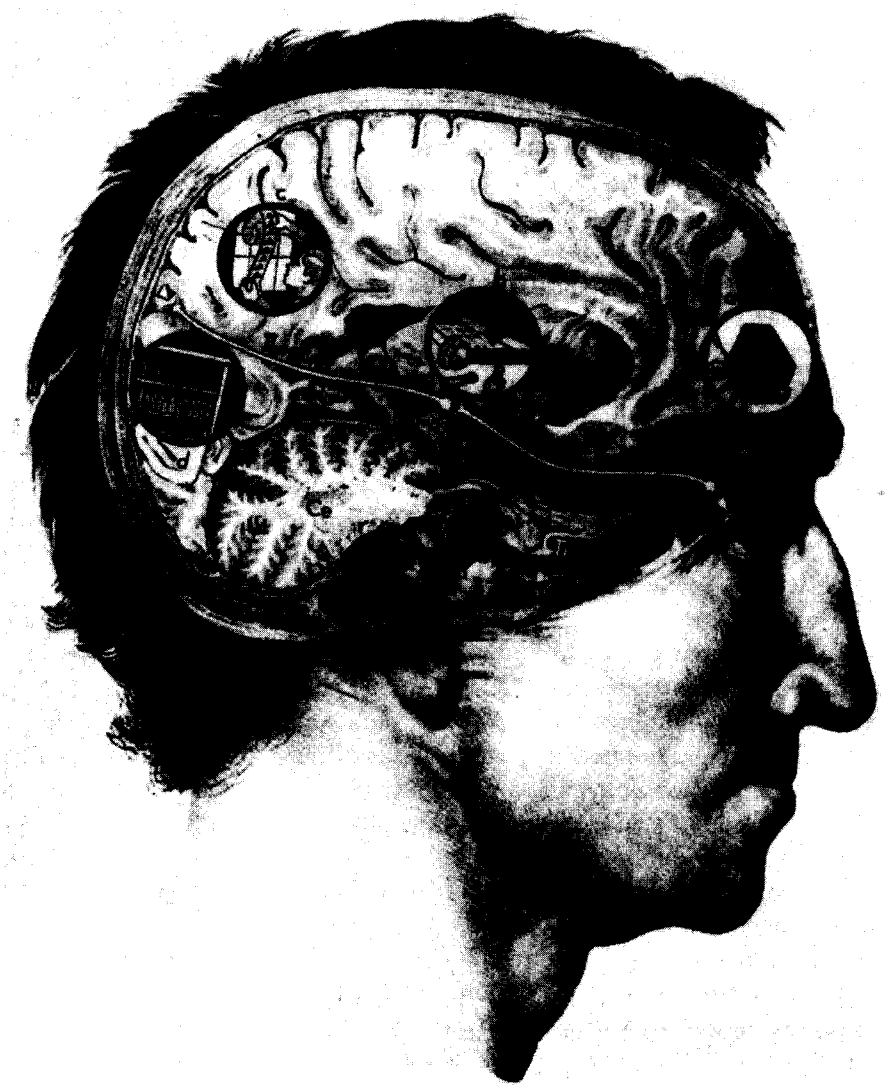
A finales del siglo pasado, el homúnculo acarreaba cables y clavijas en una especie de oficina de telégrafos, llena de paneles de control con líneas de entrada y salida. En la década de los veinte de nuestro siglo, los homúnculos recurrían a las nuevas técnicas para registrar y reproducir la información: cámaras cinematográficas, pantallas, proyectores.

Hoy en día, en las representaciones del cerebro pueden apreciarse los monitores y ordenadores que encontramos en la industria avanzada, pero aún operados por los homúnculos. En las representaciones de divulgación científica, no encontramos cerebros completamente automatizados con salas de control vacías. Por lo visto, algo en nuestra intuición se resiste a la idea de que nuestro cerebro pueda realizar el trabajo sin el control de una conciencia que piensa y juzga. La explicación de esta resistencia tiene que ver posiblemente con las experiencias introspectivas.

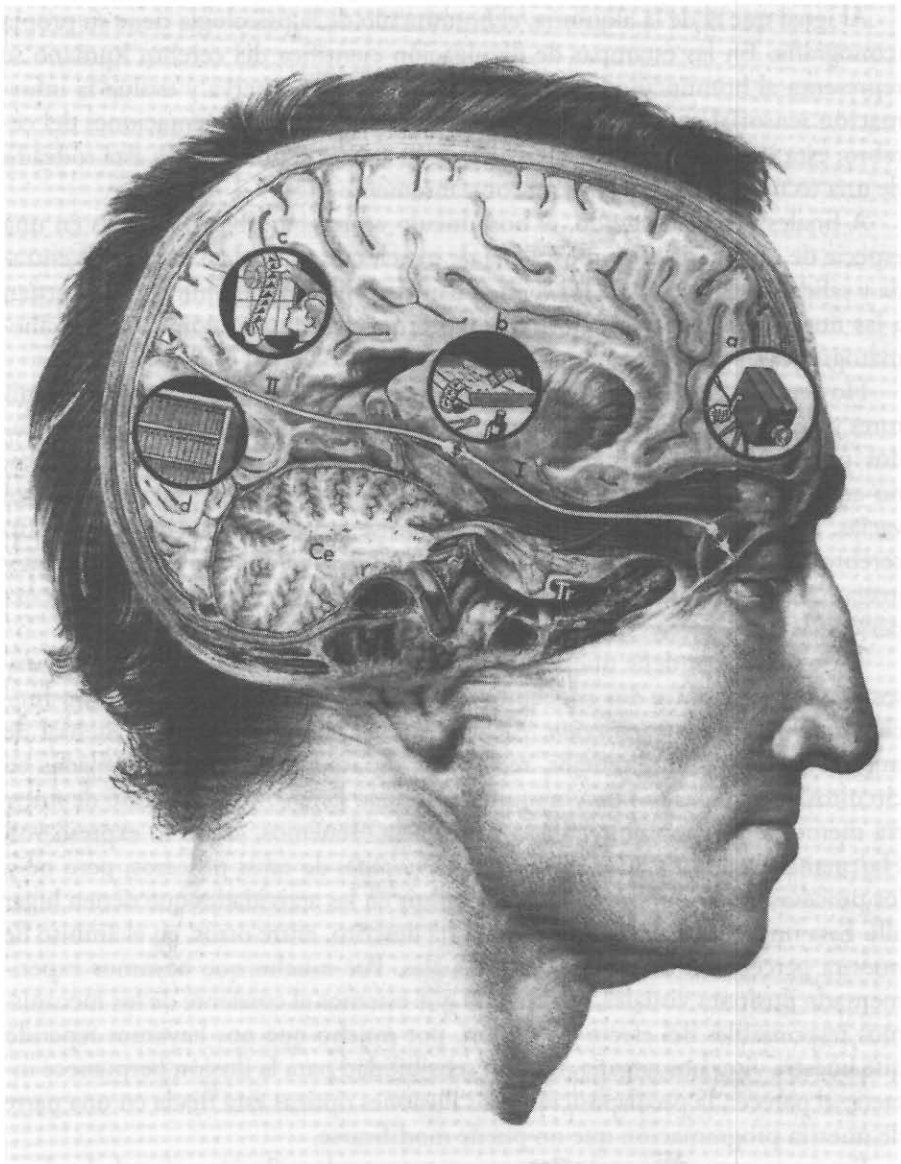
Todo lo que contiene nuestra memoria en términos de capacidades y procesos puede fijarse entre dos conceptos que indican los extremos de nuestro funcionamiento: *reflejo* y *reflexión*. Al igual que el cuerpo, el aparato mental de nuestra memoria tiene reflejos, reacciones puramente automáticas, fijadas en circuitos, ejecutadas por una maquinaria innata. Este compartimiento de nuestra memoria es inaccesible para la conciencia. Tenemos, como lo expresó von Hartmann el siglo pasado, acceso a los *resultados* de estos procesos, pero no a los procesos en sí. Tampoco podemos influir en las actividades que tienen lugar allí. Esta impenetrabilidad cognitiva se ha descrito, entre otros, en el ámbito de nuestra percepción de las ilusiones visuales. Por mucho que hayamos experimentado ilusiones visuales, por mucho que estemos al corriente de los mecanismos responsables del efecto de ilusión, por mucho que nos hayamos repetido que nuestra vista nos engaña, nuestra sensibilidad para la ilusión permanece intacta; al parecer, la predisposición a las ilusiones ópticas está fijada en una parte de nuestra programación que no puede modificarse.

Frente a estos procesos reflejos, se encuentra la reflexión, vinculada al recuerdo voluntario, la experiencia de que podemos controlar lo que pasa en nuestra memoria. Una parte de nuestra memoria sí es accesible a nuestra conciencia, quizás no seamos su amo y señor, pero podemos formar a voluntad una imagen de lo que se encuentra allí, evocarlo mentalmente y pensar sobre ello.

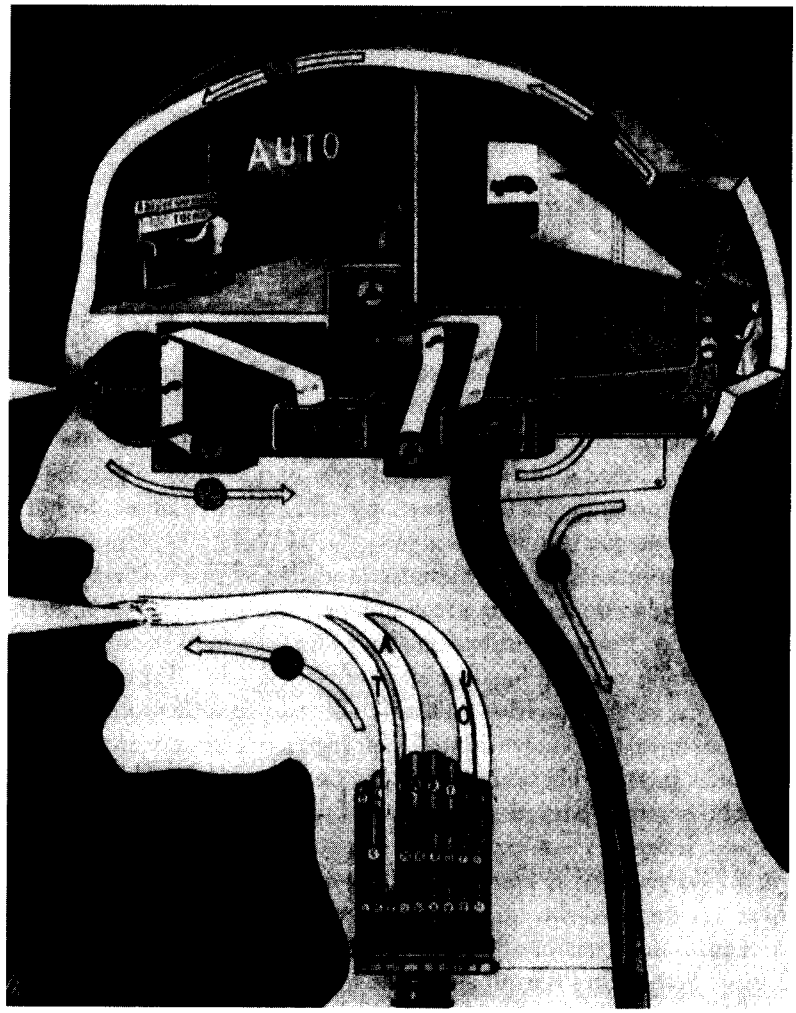
Paradójicamente, estos extremos —reflejo y reflexión— tienen el mismo origen etimológico, ambos tienen que ver con reflejar: reflejo porque en el si-



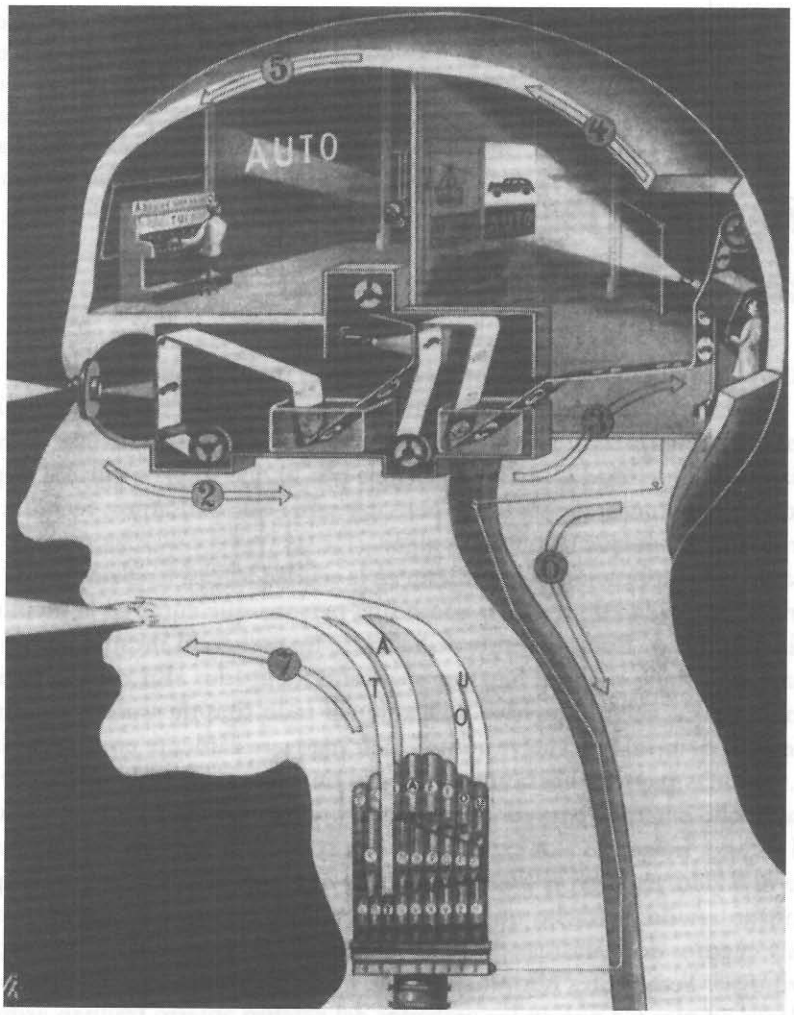
9.2 En esta metáfora cinematográfica de la memoria visual, presentada por F. Kahn en *Das Leben des Menschen*, una cámara cinematográfica (operada por una manivela, pues estamos en 1929) hace de ojo. Las imágenes en la película son reveladas y trasmitidas a la zona de proyección visual situada en la parte posterior del cerebro. Allí son examinadas por un hombrecito y almacenadas en lo que la inscripción denomina el «centro del recuerdo óptico», representado como un archivo de películas. El proceso es automático, salvo las actividades del archivador de películas.



9.2 En esta metáfora cinematográfica de la memoria visual, presentada por F. Kahn en *Das Leben des Menschen*, una cámara cinematográfica (operada por una manivela, pues estamos en 1929) hace de ojo. Las imágenes en la película son reveladas y trasmitidas a la zona de proyección visual situada en la parte posterior del cerebro. Allí son examinadas por un hombrecito y almacenadas en lo que la inscripción denomina el «centro del recuerdo óptico», representado como un archivo de películas. El proceso es automático, salvo las actividades del archivador de películas.



9.3 Una imagen del mismo libro —pero de fecha posterior— con la inscripción «lo que sucede en nuestra cabeza cuando vemos un automóvil y decimos «auto». En este caso, el proceso de percepción, registro y reacción es mucho más extenso. La cámara cinematográfica (automática) del ojo registra la imagen de un automóvil. La película pasa por diversos baños de revelado y llega a la zona de proyección visual. Allí, un operador proyecta la imagen del automóvil sobre una pantalla y al mismo tiempo coloca las letras AUTO debajo de la imagen. Estas letras son trasmitidas a otra pantalla que es leída por el hombrecito situado detrás del «órgano del habla». Este pulsa en su órgano las teclas A, U, T y O, tras lo cual los tubos del órgano del aparato del habla producen los sonidos deseados. El transcurso de este proceso, afirma el texto, «muestra, también en lo que se refiere a la asombrosa velocidad, un notable parecido con la técnica de televisión y radio».



9.3 Una imagen del mismo libro —pero de fecha posterior— con la inscripción «lo que sucede en nuestra cabeza cuando vemos un automóvil y decimos «auto». En este caso, el proceso de percepción, registro y reacción es mucho más extenso. La cámara cinematográfica (automática) del ojo registra la imagen de un automóvil. La película pasa por diversos baños de revelado y llega a la zona de proyección visual. Allí, un operador proyecta la imagen del automóvil sobre una pantalla y al mismo tiempo coloca las letras AUTO debajo de la imagen. Estas letras son trasmitidas a otra pantalla que es leída por el hombrecito situado detrás del «órgano del habla». Este pulsa en su órgano las teclas A, U, T y O, tras lo cual los tubos del órgano del aparato del habla producen los sonidos deseadòs. El transcurso de este proceso, afirma el texto, «muestra, también en lo que se refiere a la asombrosa velocidad, un notable parecido con la técnica de televisión y radio».

9.4 La explicación de Descartes del reflejo. El calor del fuego hace que el *spiritus animales* pase del nervio B al cerebro. Ello abre los poros del cerebro y también el acceso a la cavidad cerebral F. Los *spiritus animales* reunidos allí fluyen al interior del nervio B, hinchan las células y de este modo hacen que la pierna se retire. Esta acción es «mecánica»: el alma no interviene.

glo XVII se suponía que los estímulos sensoriales intensos que exigían una reacción rápida son «reflejados» directamente por el cerebro en un movimiento motor (véase figura 9.4); reflexión porque las ideas y representaciones de la memoria quedan «reflejadas» en la conciencia por lo que surge la curiosa duplicidad que quizás todos conozcamos: pensar y saber que pensamos, recordar algo y darnos cuenta de que recordamos algo.

La misma duplicación se manifiesta en la tendencia casi irreprimible de imaginarse la capacidad de recordar como una persona que entra en la memoria y empieza a buscar. Rudy Kousbroek habla de un archivero incansable, un monomaniaco al que siempre hay que mantener ocupado: «En cuanto tiene un momento libre, se va al archivo y saca de allí todo tipo de asuntos tramitados desde hace tiempo, que vuelve a introducir inadvertidamente en la administración. Facturas pagadas hacía años aparecen en la contabilidad, cartas enviadas hacía mucho emergen para ser nuevamente firmadas». Pasa sus horas nocturnas en el sótano, hojeando «los expedientes que todo el mundo en la organización había olvidado ya» [1]. W. F. Hermans escribe que nuestra memoria se comporta «como un criado borracho que no consigue sacar más que telarañas, cristales rotos y cuentos de fantasmas de un sótano donde se conservan los más exquisitos vinos» [2]. Semejantes homúnculos son los equivalentes literarios de los hacendosos empleados que en los grabados del cerebro abierto trajinan asimilando, desarrollando y archivando la información sensorial.

¿Quién contempla el holograma?

En la psicología de la memoria, el homúnculo es una notoria aberración. Cualquier teoría de la memoria que dé por sentada una memoria que «recuerda» dónde está almacenado el material o que «reconoce» el material como el buscado,

[1] R. Kousbroek, *Een kuil om snikkend in te vallen*, Amsterdam, 1971, p. 49.
[2] W. F. Hermans, *Boze brieven van Bijkaart*, Amsterdam, 1977.

contiene un homúnculo, porque recordar y reconocer ya presuponen una memoria. En este contexto, el homúnculo es más un problema nuevo que una solución.

En todas las metáforas que hemos tratado hasta ahora, aparecía, tarde o temprano, el homúnculo. La metáfora de Hooke del microcosmos contenía en el *Soul* (alma) un homúnculo de tipo pontifical. Desde el centro del microcosmos, el alma asignaba una forma y un lugar a todas las impresiones, establecía asociaciones, «reconocía» que algunas impresiones se correspondían con las impresiones ya presentes y duplicaba así aquellos procesos mnemónicos que había que explicar. En el microcosmos de Hooke, el alma era una «memoria dentro de una memoria».

Problemas similares surgían en las metáforas decimonónicas tomadas de la fotografía y del fonógrafo. En respuesta a las metáforas de la fotografía de la época —véase Capítulo 5—, Huber alegó que la conservación de las impresiones visuales en el cerebro no implica en sí una memoria, y que para convertir el registro y la reproducción de estímulos en una verdadera memoria es preciso que exista una conciencia que asimile estas impresiones. Sin la conciencia, las huellas están «ciegas». Guyau eligió prácticamente las mismas palabras para explicar su metáfora de la fonografía. La aguja graba los estímulos sonoros en la placa fonográfica, explicó, pero mientras la conciencia no asimile las vibraciones sonoras al reproducirlas, esta huella «será inaudible para sí misma». Al margen de si los estímulos almacenados son visuales o auditivos, la reproducción en la memoria presupone la existencia de una conciencia que utiliza estas huellas.

Un problema idéntico se presenta en la metáfora más moderna del holograma. En un holograma, la imagen almacenada es «leída» al iluminarla con un rayo láser. Esta iluminación proyecta la imagen en un espacio aparente fuera del soporte de almacenamiento y puede ser percibida por el observador. En la teoría holográfica de la memoria de Pribram se supone que las imágenes almacenadas son proyectadas fuera del soporte —el cerebro— y a continuación son asimiladas en la conciencia. Diferentes autores han apuntado que esta teoría implica la presencia molesta de un homúnculo [3]. Si la conciencia «contempla» imágenes, ello supone una repetición del problema: también en el homúnculo tendrá que existir una entidad que mire imágenes. La percepción de las imágenes proyectadas da vida a una serie interminable de homúnculos, una comitiva de enanos cada vez más pequeños.

La pregunta aparentemente simple de «¿quién contempla el holograma?» introduce por tanto un dilema molesto. Por un lado, en una teoría en que las imágenes son registradas y almacenadas, pero no reproducidas en la conciencia, parece faltar algo: las imágenes no son percibidas, las huellas no son advertidas.

[3] Cfr. Capítulo 7.

Por otro lado, una teoría según la cual la conciencia «observa» las imágenes es conceptualmente defectuosa: una conciencia que observa las imágenes mentales como un espectador que mira su monitor es homuncular. En cuanto una teoría postula representaciones —y estas son imprescindibles—, se plantea el dilema que Dennett expresó con palabras desalentadoras: «Por tanto, una psicología *sin* homúnculo es imposible. Pero una psicología *con* humúnculos está condenada a la circularidad o la regresión infinita; por consiguiente, la psicología es imposible» [4].

En este dilema se pueden apreciar los contornos de un viejo problema filosófico al que está vinculado el nombre de Descartes y que este formuló claramente en su teoría de la memoria. Un examen de esta teoría nos permitirá analizar las cuestiones filosóficas implicadas en el problema del homúnculo y que se expresan tan gráficamente en las metáforas de la memoria.

Descartes sobre la memoria

La teoría de Descartes sobre la memoria ha de construirse a partir de los pasajes dispersos que dedica en sus libros y en su correspondencia al recuerdo [5]. La memoria humana se divide en una memoria «corporal» y una memoria «espiritual». Sobre la memoria espiritual, Descartes se limitó a decir que existía, y que su funcionamiento se basa en las «huellas» que deja en el alma la experiencia racional. El funcionamiento de la memoria corporal fue descrito por Descartes en su *Traité de l'homme* [6]. Según Descartes, el sistema nervioso del hombre se compone de finos tubos llenos de una sustancia gaseosa, el *spiritus animales*. Estos espíritus animales —«una brisa muy tenue, o mejor dicho, una especie de llama muy pura y muy intensa»— llenan también los poros del cerebro. Cuando se percibe un objeto, los espíritus animales del nervio sensorial en cuestión se ponen en movimiento, son introducidos con fuerza en el cerebro y ensanchan de este modo una parte de los poros. La percepción de otros objetos provoca otros patrones de poros ensanchados y de este modo cada objeto percibido deja una huella. La física de estas huellas recuerda a la erosión de un cauce. Cuanto más se utilice una huella, más profunda será. Este mecanismo puramente físico es la base de un tipo de memoria que Descartes describió en una carta al padre Mersenne y que ahora se denomina «memoria muscular»: «El músico que toca el laúd tiene una parte de su memoria en las manos, pues la capacidad, adquirida por la práctica, de mover sus dedos de diferentes modos le

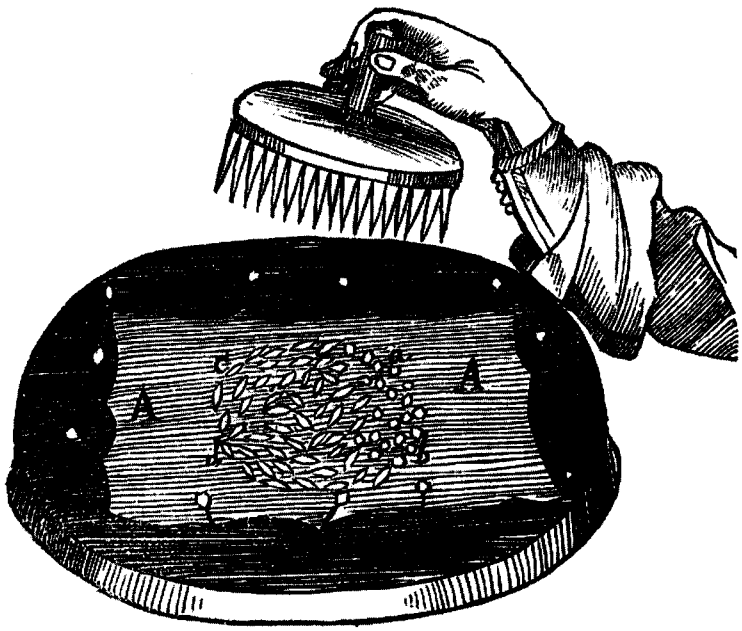
[4] D. C. Dennett, *Brainstorms. Philosophical essays on mind and psychology*, Hassocks, 1978, p. 122.
[5] R. Descartes, *Oeuvres philosophiques*, París, 1973.
[6] Descartes, *Oeuvres*, III, pp. 451 y s. Estas y las demás citas han sido traducidas por el autor.

ayuda a recordar los pasajes que ha de interpretar y en que ha de utilizar sus dedos de esa manera» [7]. En una siguiente carta a Mersenne, Descartes hablaba, quizás a raíz de una objeción de su corresponsal, de la suposición de que retenemos mejor los recuerdos de nuestra juventud. A simple vista resulta difícil encajarla en la teoría de las huellas mnemónicas, porque las huellas se debilitan a medida que envejecemos. En su réplica, Descartes describe un proceso acorde con la actual hipótesis del «refuerzo de huellas» (*trace consolidation*): la buena memoria para los sucesos del pasado «no ha de atribuirse tan sólo a las impresiones que hemos adquirido en nuestra juventud, sino sobre todo al hecho de que hemos repetido estas impresiones y que, al pensar en ellas en diferentes momentos, las hemos renovado» [8]. Los ancianos que recuerdan una escena de su niñez, no recuerdan su niñez como tal, sino un *recuerdo* de esa época.

Un fenómeno como el de la asociación también se ajustaba a la teoría de las huellas mnemónicas. Para aclararlo, Descartes hizo dibujar una analogía física (véase figura 9.5). Si se aprietan púas contra un lienzo, aparecerán agujeros. Al repetirlo, algunos de los agujeros se harán cada vez más grandes y finalmente permanecerán abiertos. Si más tarde sólo se aprieta contra una parte de los agujeros, también volverán a abrirse los agujeros que se abrieron en una anterior ocasión. Estos agujeros en el lienzo son los poros del cerebro, las púas son los espíritus animales empujados por los estímulos sensoriales al interior de los poros. Si los estímulos forman un patrón, como cuando se observa un rostro, una parte de ese patrón, por ejemplo la nariz y los ojos, puede evocar el resto del patrón por asociación: entonces los agujeros se abren un poco más aunque sea sin púas [9].

Según Descartes, el adiestramiento de los animales se basa en un mecanismo similar. Si se obliga con suficiente frecuencia a un perro de caza a quedarse parado cada vez que una perdiz emprende el vuelo, la asociación natural entre estímulo y reacción es sustituida por una nueva asociación y ello sucede de forma mecánica: la huella existente, el cauce natural de los espíritus animales, se cierra y el amaestramiento abre un nuevo cauce [10]. Según Descartes, los animales eran *autómatas* y el adiestramiento de un perro era como reajustar una máquina para otra tarea. La memoria corporal de los animales era para Descartes el engranaje entre los estímulos entrantes y las reacciones salientes. En este tipo de memoria, las asociaciones se creaban de forma automática, maquinal, y en la medida en que la memoria humana tiene un carácter material se puede decir lo mismo sobre las asociaciones en ella. El aprendizaje tiene lugar en gran medida fuera del alma.

[7] Descartes, *Oeuvres*, II, p. 166.
[8] Descartes, *Oeuvres*, II, p. 261.
[9] Descartes, *Oeuvres*, I, p. 453.
[10] Descartes, *Oeuvres*, III, pp. 995-996.

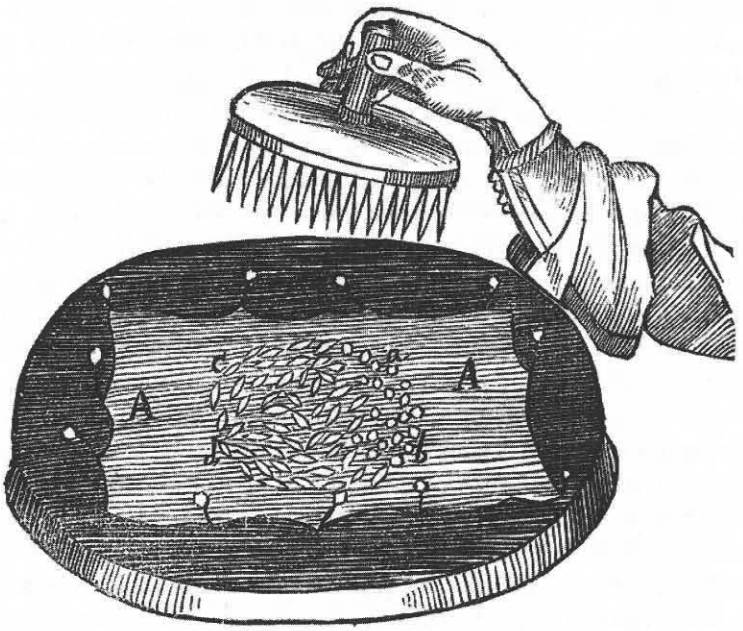


9.5 La analogía física de Descartes para explicar la asociación.

Pero *a continuación* hay una diferencia. A diferencia del animal, el hombre es capaz de recordar voluntariamente. Descartes habla de este tema en las *Passions de l'âme*, en el apartado: «Cómo encontramos en nuestra memoria lo que queremos recordar». Cuando el alma quiere recordar algo, esta voluntad hace que la glándula pineal (epífisis) se incline en diferentes direcciones. Los espíritus animales son enviados de este modo a diferentes partes del cerebro hasta que llegan al lugar donde se encuentran las huellas que ha dejado el objeto buscado. Debido a la facilidad con que los espíritus animales penetran en este patrón de poros ensanchados, en la glándula pineal se genera un determinado movimiento que finalmente el alma reconoce como el recuerdo del objeto buscado [11].

El atractivo de la teoría de Descartes reside en la explicación coherente de fenómenos bastante variados: el adiestramiento de animales, los automatismos de músicos entrenados, el hecho de que recordemos claramente sucesos acaecidos hace mucho tiempo, la aparición de asociaciones entre estímulos, el recuerdo voluntario. Pero quien mucho abarca poco aprieta. En primer lugar, no se aclara cómo el alma, que es una sustancia «inespacial», inmaterial, puede adquirir

[11] Descartes, *Oeuvres*, III, pp. 985-986.



9.5 La analogía física de Descartes para explicar la asociación.

Pero *a continuación* hay una diferencia. A diferencia del animal, el hombre es capaz de recordar voluntariamente. Descartes habla de este tema en las *Passions de l'âme*, en el apartado: «Cómo encontramos en nuestra memoria lo que queremos recordar». Cuando el alma quiere recordar algo, esta voluntad hace que la glándula pineal (epífisis) se incline en diferentes direcciones. Los espíritus animales son enviados de este modo a diferentes partes del cerebro hasta que llegan al lugar donde se encuentran las huellas que ha dejado el objeto buscado. Debido a la facilidad con que los espíritus animales penetran en este patrón de poros ensanchados, en la glándula pineal se genera un determinado movimiento que finalmente el alma reconoce como el recuerdo del objeto buscado [11].

El atractivo de la teoría de Descartes reside en la explicación coherente de fenómenos bastante variados: el adiestramiento de animales, los automatismos de músicos entrenados, el hecho de que recordemos claramente sucesos acaecidos hace mucho tiempo, la aparición de asociaciones entre estímulos, el recuerdo voluntario. Pero quien mucho abarca poco aprieta. En primer lugar, no se aclara cómo el alma, que es una sustancia «inespacial», inmaterial, puede adquirir

[11] Descartes, *Oeuvres*, III, pp. 985-986.

conocimiento de lo que sucede en la memoria material, o, a la inversa, cómo un suceso en la memoria material puede grabar una imagen en el alma. Es el problema de la *interacción*, un problema que en la glándula pineal se agudiza en lugar de resolverse, y que también aparece en la teoría de la percepción de Descartes. Se trata simplemente de una cicatriz conceptual conocida y que se ha cerrado con el dualismo cartesiano. El segundo problema tiene que ver con la *circularidad* en la teoría sobre el recuerdo voluntario. La clave de la explicación cartesiana es el movimiento de la glándula pineal que es *reconocido* por el alma como el del objeto buscado. Pero reconocer es un proceso que presupone una memoria y que por tanto no puede desempeñar un papel a la hora de explicar el recuerdo. Un alma capaz de reconocer no es la solución, sino la duplicación del problema.

Estas dos cuestiones conceptuales, la interacción y la circularidad, se agudizan en la noción de «huella». Descartes utilizaba el término vestigio, huella (del pie) o impresión. Comparaba las huellas con los pliegues de un pedazo de papel; las huellas en el cerebro predisponen a un determinado movimiento, del mismo modo en que una hoja de papel se pliega más fácilmente si ya ha sido plegada anteriormente [12]. Estas huellas tienen un carácter puramente físico. Las huellas en el cerebro de los animales forman el sedimento material de anteriores estímulos y reacciones, y si el animal parece aprender a partir de la experiencia es porque las huellas le predisponen de forma mecánica a manifestar determinadas reacciones. Las huellas en la memoria humana tienen en parte idéntico carácter. Los cambios físicos en el cerebro permiten reacciones —los movimientos rápidos de los dedos de un músico de laúd— que antes sólo podían ejecutarse con gran esfuerzo. Las complicaciones filosóficas surgen sólo con un segundo aspecto de la huella mnemónica. Al recordar voluntariamente, el alma puede reconocer un determinado movimiento de la glándula pineal como el recuerdo buscado, gracias al hecho de que este movimiento es una *representación* del objeto que desea recordar el alma. El movimiento de la glándula pineal «représente à l'âme le même objet» [13]. Este carácter de representación de la huella mnemónica resume exactamente los problemas de interacción y circularidad: 1) ¿Cómo puede un estado físico —como la huella— estar vinculado a una abstracción no física como la «representación»? 2) ¿Cómo puede el alma recordar qué movimiento representa qué objeto sin suponer de nuevo la presencia de una memoria en el alma?

En la teoría de la memoria de Descartes se repiten en miniatura los dos problemas centrales del dualismo cartesiano. La cuestión es si las teorías y metáforas de la memoria más recientes han conseguido resolver estos problemas.

[12] Descartes, *Oeuvres*, III, p. 71.
[13] Descartes, *Oeuvres*, III, p. 986.

Homúnculo y ordenador

Las metáforas utilizadas por Guyau, Luys y otros teóricos pertenecientes a la tradición de la *mental physiology* para describir el sustrato físico del recuerdo procedían de memorias artificiales que no existían en tiempos de Descartes. No obstante, en ellas podemos encontrar los mecanismos esenciales de la teoría de la memoria de este último. Tanto en el fonógrafo de Guyau como en las fotografías de Luys, los estímulos sensoriales dejan huellas en el cerebro. En ambos casos, estas huellas tienen un carácter latente: sólo son activadas a la hora de reproducir las percepciones sensoriales en el recuerdo. Las corrientes nerviosas de Guyau siguen lechos que han sido desgastados por la experiencia y aquí volvemos a ver, en una física diferente, los poros ensanchados de los que hablaba Descartes. Por desgracia, también se repiten las complicaciones de la teoría de la memoria cartesiana: las huellas en la memoria auditiva de Guyau permanecen «inaudibles para sí mismas», las impresiones de Luys permanecen «invisibles para sí mismas». En ambos casos no se especifica de qué modo la conciencia registra las huellas. Tanto Guyau como Luys constatan *que* existe una relación entre huellas físicas y recuerdo consciente, pero esa cuestión en concreto, el *cómo* surge esa relación, sigue siendo un misterio.

Quien formule los problemas en torno al sustrato físico de la memoria en estos términos —y a primera vista es una forma muy natural de describirlos— permanecerá escéptico en torno a la posibilidad de que el progreso técnico logre producir una metáfora que supere estas objeciones conceptuales. Si se adjudica a la conciencia el papel de observador —a fin de cuentas, somos conscientes de las imágenes y sonidos que recordamos—, se plantea cada vez la pregunta de cómo el almacenamiento físico puede producir la experiencia consciente. ¿Acaso no es cierto que *cada* teoría de la memoria en que la experiencia deja huellas es visitada tarde o temprano por el espíritu de Descartes? ¿Acaso el problema del homúnculo no es inherente al uso de representaciones?

Según algunos autores, la metáfora del ordenador ha solucionado dos cuestiones afines y de este modo aporta también una solución al problema del homúnculo. Una de las cuestiones es la que Dennett ha llamado el «problema de Hume» y que tiene que ver con el estatus de las representaciones [14]. De acuerdo con el análisis de Dennett, la metáfora del ordenador ha demostrado que las representaciones no presuponen una entidad que interprete o controle, puesto que las funciones del programa que utilizan representaciones pueden dividirse una y otra vez en tareas más simples que —en su nivel inferior— no presuponen inteligencia alguna [15].

[14] Cfr. Capítulo 6.

[15] En lo que concierne a este giro, Dennett tuvo un predecesor en F. Attneave, «In defence of homunculi», W. A. Rosenblith (ed.), *Sensory communication*, Cambridge, 1961.

Dado que el nivel inferior no es más que un «ejército de idiotas», no existe la circularidad. La única tarea de estos «idiotas», escribía Dennett, «consiste en recordar si han de contestar sí o no cuando se les pregunta» [16]. En un reciente enunciado de este análisis, Dennett vinculó expresamente su solución al estatus de las representaciones: «Los subsistemas no reproducen individualmente todos los talentos del conjunto. Ello provocaría una regresión infinita. En lugar de ello, cada subsistema realiza una parte, por lo que cada subsistema homuncular es menos inteligente, sabe menos, cree menos. Las representaciones son, por así decirlo, menos representacionales» [17]. La aparición del ordenador habría librado a la noción de representación de su carácter homuncular.

La segunda cuestión para la que la metáfora del ordenador sugiere una solución es el «problema de Descartes». El ordenador —como primera máquina— habría hecho posible una perspectiva coherente de la relación entre mente y cuerpo. Gracias al nuevo significado que ha dado el ordenador al concepto «máquina», escribía Boden, «se ha solucionado en gran medida» el antiguo problema metafísico de la relación entre cuerpo y mente [18]. Los criterios computacionales aclararían «cómo la mente puede influir sobre el cuerpo en la acción intencionada y la elección voluntaria» [19]. Traducidos a la memoria, estos son precisamente los dos enigmas procedentes de la teoría de la memoria cartesiana: la interacción entre cuerpo y alma, y el proceso del recuerdo voluntario. Una metáfora que haya solucionado estos enigmas —aunque por lo pronto sólo sea «en gran medida»— merece un análisis más profundo.

Lo que tienen en común los teóricos que utilizan la metáfora del ordenador, pese a sus diferencias, es la posición central que otorgan al carácter intencional de los estados mentales. Los términos psicológicos del lenguaje cotidiano —conocimiento, pensamiento, recuerdo— hacen referencia a algo que se halla en el mundo exterior o a algo situado en la experiencia interior, pero que siempre se halla fuera del conocimiento, del pensamiento o del recuerdo: que llueve, que Juan miente o que ayer leí un libro. Son estos conceptos intencionados, escribe Boden, los que dan su carácter subjetivo, interpretativo a la conciencia humana, y una teoría aceptable de la mente habrá de tener en cuenta este carácter [20]. La teoría inspirada por la metáfora del ordenador apela a las «representaciones mentales», en las que a nivel simbólico o semántico tenemos conocimiento del mundo exterior y de nuestra experiencia interior. Gracias a este elemento refe-

[16] Dennett, *Brainstorms*, p. 124. La misma teoría se detalla en D. C. Dennett, *Consciousness explained*, Londres, 1991.
[17] D. C. Dennett, «Artificial intelligence and the strategies of psychological investigation», J. Miller (ed.), *States of mind*, Londres, 1983, pp. 66-81.
[18] M. A. Boden, *Artificial intelligence and natural man*, Nueva York, 1977, p. 4.
[19] M. A. Boden, *Minds and mechanisms: philosophical psychology and computational models*, Brighton, 1981, p. 31.
[20] Boden, *Minds*, p. 38.

rencial, las representaciones conectan con los estados intencionales: nuestra conciencia da *significado* al mundo y puede hacerlo gracias al carácter semántico de las representaciones mentales. Lo que convierte al ordenador en una metáfora tan plausible de la mente humana es la combinación de procesos significativos y procesos físicos en sí carentes de significado en el *hardware* del ordenador. El *hardware* concuerda con el sistema nervioso humano, el programa con los procesos psicológicos. La metáfora del ordenador nos preserva lo mejor de los dos mundos: por un lado se reconoce la existencia de los estados mentales, y por otro la existencia de un sustrato físico. De este modo, gracias al ordenador, el dualismo habría perdido la cicatriz de una interacción imposible.

Antes de analizar más detenidamente esta solución del problema de cuerpo y mente, es conveniente presentar una aplicación concreta de la metáfora del ordenador en el proceso mnemónico: el reconocimiento de patrones por los «ordenadores óptico-neurales».

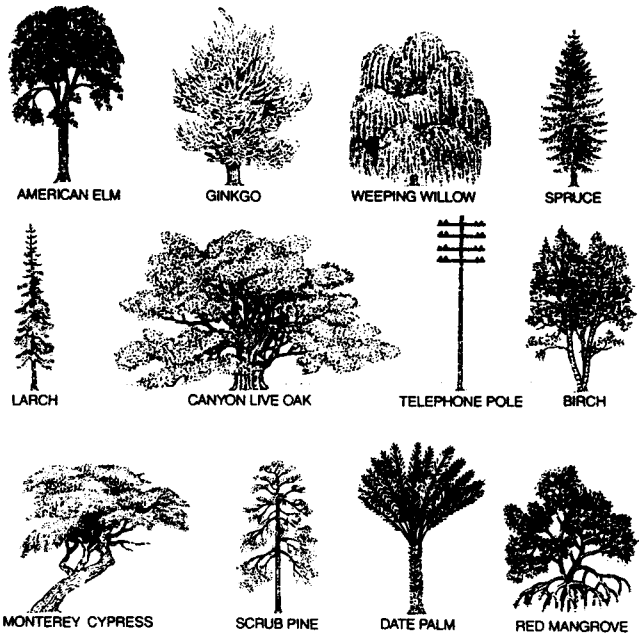
Ordenadores óptico-neurales

Los niños de apenas tres años son capaces de reconocer sin equivocarse un tictac en los relojes más diversos: los relojes de las torres, los despertadores, los relojes del coche, los relojes de pulsera, los péndulos. Con ello poseen, aunque ellos no lo expresen de esta manera, la capacidad de solucionar *random problems*. Este tipo de problemas surge por la imposibilidad práctica de definir exhaustivamente todas las variantes de un patrón a reconocer, por ejemplo, un árbol (véase figura 9.6) [21]. Dado que las actividades de los ordenadores convencionales se basan precisamente en definiciones e instrucciones explícitas, el reconocimiento de patrones por parte de máquinas ha sido hasta ahora un proceso dificultoso. Sin una lista completa de características definitorias, un ordenador corre el riesgo de confundir un poste de teléfono con un árbol, un error que los niños de tres años ya no cometen.

En la pasada década se desarrollaron ideas sobre una arquitectura informática más ajustada al reconocimiento de patrones [22]. Dado que esta arquitectura alternativa intenta imitar la estructura anatómica de una red nerviosa y procesa parte de la información con rayos luminosos, se habla de ordenadores ópticoneurales. Los ordenadores de este tipo funcionan con diferentes procesadores que procesan paralelamente la información a través de un gran número de conexiones. El gran número de conexiones obliga todavía a aplicar medios ópticos.

[21] Un problema similar se presenta en la elaboración de categorías (véase Capítulo 8).

[22] Y. S. Abu-Mostafa, y D. Psaltis, «Optical neural computers», *Scientific American* (abril de 1987), pp. 66-73.

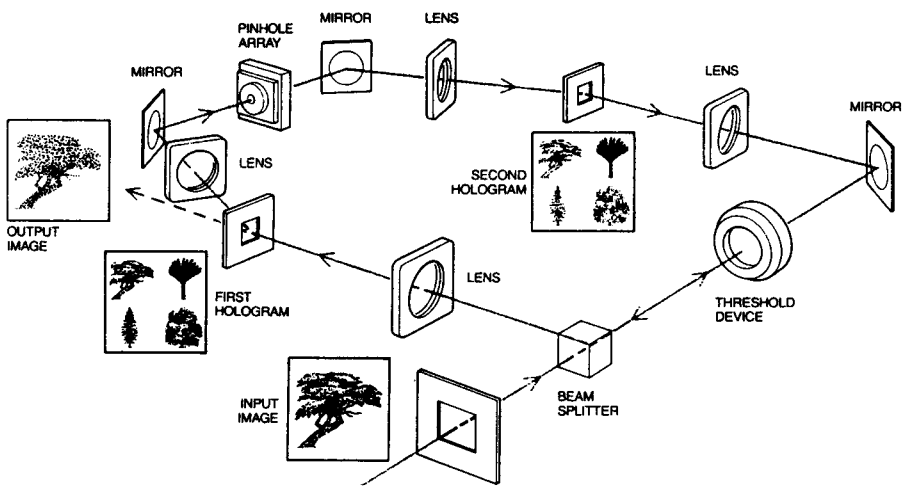


9.6 La visualización de un *random problem*. Aunque no se enumeren exhaustivamente todos los tipos de árboles, un niño de tres años es capaz de distinguir sin apenas equivocarse cuál de los elementos no pertenece a la categoría «árbol». Una especificación adecuada del patrón para los ordenadores convencionales —por ejemplo, en términos de «tronco» y «ramas»— conllevaría posiblemente la inclusión errónea del poste telefónico.

Los rayos luminosos pueden cruzarse entre sí sin producir interferencias y por ello son útiles en las estructuras tridimensionales. En un ordenador óptico-neural, los rayos luminosos son transformados por los elementos de la memoria en uno de los siguientes dos estados: 0 o 1, y por ello, al igual que los ordenadores tradicionales, sirven para almacenar y reproducir la información.

Pero una memoria extensa, creada o no de forma óptica, no es capaz por sí sola de solucionar *random problems*: una búsqueda secuencial en una memoria de este tipo exigiría demasiado tiempo. La única alternativa eficiente es una asociación directa entre la información propuesta y la almacenada sin la exigencia de un parecido exacto. Tal proceso de asociación es la principal característica de la memoria humana: un rostro conocido evoca todo un patrón de información vinculada: el nombre, nuestros sentimientos hacia esa persona, la última vez que hablamos con ella, y lo más probable es que este proceso no tenga la estructura de «paso por paso» del algoritmo. Eso plantea la pregunta de si la estructura anatómica del cerebro puede sugerir un principio organizador para tales asociaciones.

Los ordenadores cuyos elementos procesadores están colocados como las neuronas del cerebro pueden solucionar *random problems* utilizando las conexiones entre esos elementos como mecanismos de almacenamiento. Una máquina como esta realizaría un «aprendizaje espontáneo» debido a que surgen asociaciones entre los problemas propuestos y las soluciones almacenadas. Reconocer un árbol sería posible estableciendo una asociación entre el patrón del árbol propuesto y los patrones de árboles ya almacenados. En el prototipo de ordenador óptico-neural desarrollado por Abu-Mostafa y Psaltis, un holograma hace las veces de memoria (véase figura 9.7). En una placa lisa, 10.000 neuronas son simuladas por el mismo número de elementos, cambiando la reflectividad de su parte delantera en función de la intensidad del estímulo luminoso que llega a la parte trasera. De este modo, se simula el cambio del valor umbral de las neuronas. Los patrones propuestos son comparados con los patrones almacenados, en un ciclo que se repite varias veces, y el *match* es cada vez más exacto. Si el parecido es suficiente, el patrón almacenado se propone como salida: el ordenador ha «reconocido» el patrón.



9.7 El sistema de reconocimiento de patrones desarrollado en el California Institute of Technology. La imagen óptica de un ciprés (en la parte inferior central de la ilustración) atraviesa un holograma que hace las veces de memoria y en el que se han almacenado los patrones de cuatro árboles. Las interacciones entre el patrón propuesto y los patrones almacenados pasan después a un segundo holograma que elige, de los cuatro patrones, el que más se parece al patrón propuesto. El ciclo se repite hasta obtener el *match* óptimo. Este aparece finalmente como imagen de salida (a la izquierda).

El regalo de Mnemósine

Dentro de la metáfora del ordenador óptico-neural, la noción de huella mnemónica tiene dos aspectos. Desde el punto de vista puramente físico, las configuraciones de los valores umbral modificados forman un conjunto de huellas inertes, un laberinto inanimado de conexiones inaudibles e invisibles para sí mismas. Al mismo tiempo, estas huellas tienen un carácter referencial o simbólico: representan el patrón de un árbol. Tienen *significado* y es este significado el que reconoce el ordenador. En este sentido no hay ninguna diferencia esencial entre el ordenador clásico, con representaciones expresamente programadas, y las teorías de inspiración conexionista, en que las representaciones se componen de patrones de conexiones de intensidad en las redes neurales. En ambos casos hay una huella mnemónica que puede interpretarse tanto física como simbólicamente.

¿Significa ello que con esta interpretación de la huella mnemónica se ha solucionado el problema de cuerpo y mente, en la medida en que esta guarda relación con la memoria? ¿Demuestra realmente la metáfora del ordenador cómo es posible que haya una interacción entre un sustrato físico y la conciencia? ¿Cómo se puede hablar sin regresión de la elección de una huella? ¿Cómo se ha ahuyentado al homúnculo? En definitiva, ¿es realmente el ordenador óptico-neural una metáfora más adecuada de la memoria humana que —pongamos— el fonógrafo?

Si consideramos el problema del homúnculo como un incentivo para explicar —sin caer en la regresión— el mayor número posible de procesos mnemónicos, el ordenador óptico-neural es muy superior a otras metáforas anteriores. En el fonógrafo se necesitan diversas intervenciones para reproducir el material almacenado, mientras que el ordenador que reconoce patrones realiza la reproducción de forma totalmente autónoma. En el caso del fonógrafo, la reproducción sólo es posible a costa de una regresión: la elección de una huella exige una entidad que recuerde qué información está almacenada en qué huella. La activación de una huella fonográfica presupone por tanto una memoria, concretamente la de quien ha utilizado el aparato y desea oír una determinada pieza musical. En el ordenador óptico-neural, la elección de una huella es un proceso totalmente automático. El patrón propuesto evoca la huella correspondiente sin más intervención. No se precisa una memoria para utilizar esta memoria de ordenador.

Por consiguiente, desde un punto de vista práctico y metodológico, la metáfora del ordenador supone un paso en dirección a una teoría libre de regresión. Pero, en comparación con metáforas anteriores, como el fonógrafo o incluso la tablilla de cera de Platón, la metáfora del ordenador no aporta nada nuevo a la solución del problema *esencial* del homúnculo: cómo se graban en la conciencia

las configuraciones físicas, independientemente de cómo se las represente y con qué se las compare. La metáfora del ordenador no soluciona los dos enigmas de Descartes —la relación entre cuerpo y mente, y la circularidad del recuerdo intencionado. El primer problema, la interacción, se solucionaría sólo si la información —el nivel que concuerda con la «mente»— influyera en el *hardware como tal* información. Y este no es el caso. Por muy natural que sea describir un patrón de entrada como el dibujo de un árbol, por muy natural que sea ver un árbol en el patrón reproducido, *el hecho de que* los dos patrones representen algo —o siquiera que sean «patrones»— se lo deben únicamente a la atribución humana. Lo mismo puede decirse de las representaciones en la memoria del ordenador: los patrones de valores umbral cambiantes sólo llevan información visual «*in the eye of the beholder*» (en el ojo del espectador). Afirmar que las representaciones «influyen» en los procesos físicos del ordenador es engañoso: lo único que influye en los procesos físicos son los procesos físicos precedentes. La interpretación computacional de la huella mnemónica no aporta una solución al problema de la interacción, sino una radicalización del mismo: un riguroso paralelismo entre procesos físicos y representacionales.

La estrategia de Dennet de solucionar el problema de la regresión dividiendo los homúnculos pontificales en homúnculos cada vez más tontos que sólo tienen que recordar «si han de decir sí o no a lo que se les pregunta», no nos sirve de nada. También estos homúnculos más tontos utilizan representaciones que sólo pueden ser tales porque se les ha adjudicado un significado desde fuera. Mientras siga procesándose información en el nivel inferior de homúnculos —el de los más idiotas—, no se habrá eliminado la regresión [23]. Las representaciones de los homúnculos más tontos pueden ser ciertamente «menos representacionales», como afirmó Dennett, pero con ello no dejan de ser representaciones. Haldane expresó con agudeza el argumento crucial: «El problema filosófico de significado e intencionalidad no consiste en explicar cómo es posible que las cosas tengan *tanta* cantidad de ambos, sino explicar cómo es posible que en general *las tengan*» [24].

Con ello se desmorona la idea de que los criterios computacionales explican «cómo la mente puede influir en el cuerpo al actuar intencionadamente y elegir voluntariamente», como afirmó Boden, pues no son las propias representaciones las que influyen en el cuerpo, sino sus correlatos físicos. El ordenador no reconoce ningún *significado* y por tanto no hay reconocimiento. La conclusión ha de ser que ninguna de las teorías mencionadas hasta ahora, incluidas las que

[23] Para análisis del mismo tenor, véase J. Margolis, «The trouble with homunculus theories», *Philosophy of Science*, 47 (1980), pp. 244-259; D. Draaisma, «De angst van de homunculus voor het scheermes», *Kennis en methode*, VIII (1984) 3, pp. 225-239.

[24] J. Haldane, «Psychoanalysis, cognitive psychology and self consciousness», C. Wright, y P. Clark (eds.), *Mind, psychoanalysis and science*, Oxford, 1988, pp. 113-139.

se inspiran en las metáforas computacionales, resuelve las complicaciones del problema de cuerpo y mente.

El resultado de este análisis es que es posible enunciar el problema del homúnculo de dos maneras que no se han diferenciado suficientemente en la literatura. Una de ellas es de índole metodológica, y especifica la exigencia de que las teorías han de quedar al máximo exentas de regresiones. En esta variante, el problema del homúnculo admite una solución gradual y una metáfora puede acercarse más que otra al ideal de una explicación exenta de regresión. El otro enunciado del problema del homúnculo es de índole filosófica y tiene que ver con la relación entre cuerpo y mente. Este homúnculo queda resumido en el enigma de cómo la conciencia puede adquirir conocimiento de los sucesos físicos en el cerebro y cómo los cambios materiales de las conexiones neuronales pueden tener un lado consciente en los fenómenos de la memoria personal. Estos homúnculos están estrechamente relacionados, quizás incluso sean gemelos, pero no idénticos: se podría ahuyentar al «homúnculo metodológico» sin expulsar con ello al «homúnculo cartesiano». Sea como fuere, ninguna de las actuales teorías de la memoria, al margen de la metáfora que las haya inspirado, ha logrado esto último.

Cabría preguntarse si con esta conclusión se dice algo en contra de las teorías. La mayor parte de las teorías de la memoria están adaptadas a lo que se ha denominado la psicología de la «tercera persona». La memoria de los demás no es subjetivamente accesible y sólo percibimos los recuerdos de alguien en la medida en que se manifiestan en un comportamiento observable. En la práctica de la investigación de la memoria, esta conducta es la reproducción del material o el aprendizaje a través de la experiencia. Este punto de vista externo se contrapone a la psicología de la «primera persona», la psicología que supone una conciencia personal que es introspectivamente accesible. El recuerdo intencionado y otros fenómenos mnemónicos subjetivos pertenecen a esta psicología de la «primera persona».

Con ello, la línea de demarcación se ha desplazado a un punto esencial. Descartes estableció una cesura filosófica entre la conciencia humana y la parte física de la realidad. Centrándonos en la memoria: la memoria humana frente al procesado de estímulos físicos en el cerebro. Pero en la psicología, la cesura se halla más bien entre la memoria personal y la memoria ajena. Esta última cesura tiene un carácter metodológico y tiene que ver con el modo de acceso: introspección o conducta observable.

La distinción entre perspectiva de primera y tercera persona puede aclarar también por qué en la psicología actual no se da tanta importancia a los problemas conceptuales en torno al recuerdo intencionado u otros fenómenos mnemónicos subjetivos. En la memoria humana, tal y como se trata en la reciente

elaboración de teorías, la «audición» o «lectura» de una huella por parte de la conciencia no tiene importancia porque en una psicología de «tercera persona» no es necesario presuponer una conciencia. La memoria tiene aquí más o menos el estatus que confería Descartes a la memoria de los animales: un mecanismo en que los estímulos dejan «huellas» en forma de asociaciones, un aparato automático de conmutación sin una conciencia que lo controle. En un mecanismo inanimado no hay interacción entre cuerpo y mente, ni tampoco recuerdo intencionado. Sencillamente *no hay* conciencia que sea consciente de los recuerdos. Desde la perspectiva de la «tercera persona», los recuerdos son resúmenes de comportamientos observados exteriormente. Precisamente por esta razón no se puede decir que la metáfora del ordenador haya solucionado el problema de cuerpo y mente. Bien es cierto que en el lenguaje corriente se dice que un ordenador tiene una memoria, pero la reticencia intuitiva de las personas a afirmar que esta memoria contiene recuerdos o que un ordenador recuerda algo, es totalmente oportuna.

Mnemósine no regaló lo mismo a todos. La memoria que le dio a usted y a otros puede ser investigada exteriormente. La memoria que me dio a mí conoce un acceso subjetivo y personal, una puerta secreta interior. El precio que he de pagar por este acceso privilegiado es un enigma persistente: no sé de qué modo mi vivencia personal e introspectiva está vinculada a los procesos observables en mi cerebro. Albergo en mi memoria un tesoro íntimo, pero inescrutable.

EPÍLOGO

Las vueltas de la máquina de las metáforas han proyectado imágenes siempre cambiantes en nuestras representaciones de la memoria. La memoria fue una tablilla de cera, un códice o una pizarra mágica, más tarde una abadía o un teatro, a veces un bosque en el que la memoria buscaba como un cazador las huellas de los animales escondidos, otras veces un tesoro, una pajarera o un almacén. En sus metáforas, quienes escribían sobre la memoria registraron —a menudo ingenuamente— lo que les ocupaba, lo que les rodeaba. La metáfora de la memoria empleada por san Agustín describe a la vez los campos y grutas de los alrededores de Cartago. En las metáforas de Tomás de Aquino se nota el respeto medieval por los antiguos textos sagrados. La representación que hizo Robert Fludd de la memoria como un teatro refleja un microcosmos de artes ocultas y un hermetismo a punto de perecer. Robert Hooke se retrató a sí mismo en sus metáforas como un pensador, investigador y microscopista mecanicista. Las metáforas han tenido un efecto conservador a través de los siglos y ello les ha otorgado una fuerza casi museística.

Al mismo tiempo, las metáforas han dado forma a los criterios e interpretaciones de la memoria. En una metáfora lúdica como la pajarera de Platón, la memoria no tiene el mismo significado que en la representación de la memoria como la placa sensible de una cámara fotográfica, expuesta a los estímulos sensoriales. La primera metáfora convierte nuestros recuerdos en pájaros que revolotean y que apenas podemos atrapar sin riesgo de equivocarnos; la segunda metáfora reduce los recuerdos a huellas estáticas y latentes. Quien, como Carus, interprete la memoria como un laberinto o como un telar misterioso e incomprensiblemente rápido, tiene en mente otra memoria que van Heerden o Pribram, que describen el almacenamiento y la reproducción en términos de

formalismos de la holografía. Con cada nueva metáfora colocamos otro filtro delante de nuestra percepción de la memoria.

Repasando la cronología, desde Platón hasta los investigadores contemporáneos de las redes neurales, vemos que las metáforas adquieren un carácter cada vez más técnico. Si bien durante siglos la memoria protésica de la escritura o la impresión de un sello en la cera parecía para los filósofos una metáfora suficiente, en el siglo XVII aparecen metáforas más complicadas, tomadas de los procesos artificiales y las analogías mecánicas. Después del romanticismo, a partir de mediados del siglo XIX, son las nuevas memorias artificiales —la fotografía, el fonógrafo y la cinematografía— las que predominan en la labor teórica. Las impresiones acústicas, visuales y otras impresiones sensoriales dejan su rastro en el registro neuronal del cerebro. Los procesos nerviosos se convierten en códigos telegráficos, el cerebro en una central de conexión entre líneas entrantes y salientes. Con la llegada del nuevo siglo, los neoconductistas diseñaron modelos mecánicos con los que se podía simular el aprendizaje. Las «máquinas psíquicas» de Hull son intentos de descubrir las estructuras de los procesos que median entre estímulo y reacción. Después de la Segunda Guerra Mundial, el ordenador se convierte en la metáfora dominante de la mente humana, una máquina que, como se dice, procesa símbolos y respeta la circunstancia de que mucho de lo que se halla en nuestra memoria tiene significado. En la década de los setenta, el holograma llama la atención sobre características como la *graceful degradation*, la direccionabilidad por contenido y el almacenamiento distribuido. Reflejada en la elaboración de teorías, la memoria ha adquirido un aspecto cada vez más «tecnomorfo».

Este lento cambio de imagen fue más aplaudido que lamentado en la psicología, la ciencia que declaró la memoria como su dominio legal. Desde Robert Hooke hasta los acérrimos partidarios de las redes neurales, las metáforas de la memoria se han vinculado a un cierto entusiasmo por la existencia de sistemas artificiales que «recuerdan» algo de modo puramente físico. Lo que permaneció inmutable, pese a los cambios de metáforas, es el entusiasmo con que eran presentadas estas memorias artificiales. Leyendo a Draper sobre los primeros procedimientos fotográficos, a Guyau y Delboeuf sobre la memoria auditiva del fonógrafo, a Galton sobre los «retratos compuestos», a Hull sobre sus «máquinas psíquicas», a Turing sobre el «cerebro electrónico», a van Heerden y Pribram sobre el holograma o a Rumelhart y McClelland sobre sus redes neurales, cada vez se siente el entusiasmo por las técnicas o aparatos que permiten duplicar los procesos mnemónicos. Parte de este entusiasmo se debe al compromiso personal —Hooke, Draper, Galton, Hull, Turing y van Heerden desarrollaron técnicas que más tarde regresarían en sus trabajos en forma de metáforas—, pero también tiene que ver con el respeto que han sabido infundir desde siempre las simulaciones de características psicológicas. Lo que las me-

morias artificiales parecían demostrar era la viabilidad de una explicación material de la memoria humana, sin referencia a algo tan etéreo como el espíritu o la conciencia.

La consecuencia natural fue que la psicología de la memoria entabló una estrecha relación con los desarrollos tecnológicos gracias a los cuales adquirió prestigio. La Académie des Sciencies, donde Daguerre hizo público su método en 1839 y donde, en 1878, tuvo lugar una demostración del fonógrafo; la Royal Institution, donde Maxwell (1861) y Galton (1878) dieron sus conferencias sobre fotografía; los talleres de inventores como Edison y Bell; los institutos técnicos donde se diseñaron y construyeron los primeros ordenadores; el laboratorio de Polaroid donde van Heerden desarrolló los sistemas holográficos; los laboratorios de Cal Tech, MIT, la NASA y Texas Instruments, donde se desarrollaron las redes neurales; en todos estos lugares, y gracias a la metáfora, parte del prestigio de la técnica se proyectaba sobre la psicología de la memoria. En la cultural occidental, donde la psicología hizo su aparición, siempre se ha sabido apreciar esta asociación.

Las redes neurales son, en nuestra época, las memorias artificiales que mejor parecen conectar con las características de la memoria natural. Estas prótesis son muy adecuadas sobre todo en el ámbito del aprendizaje, la asociación y el reconocimiento. Como formalización de la ley del mínimo esfuerzo, ofrecen un paralelismo artificial de lo que la *mental physiology* a finales del siglo pasado calificó de sustrato de la memoria: la memoria se basa en el grabado de patrones de activación en el tejido neuronal. El parecido entre el conexionismo y la *mental physiology* es bastante imperioso, y parece como si la máquina de las metáforas hubiera dado un giro completo y proyectara ahora a través de las concepciones contemporáneas de la memoria la misma imagen que hace un siglo. Pero eso sería una exageración. En su momento, la *mental physiology* intentaba especificar neuronalmente las leyes de asociación que tenían su origen en las tradiciones contemplativas de la filosofía. Las *nerve-nets* de McCulloch en la década de los cuarenta tenían sus antecedentes en la lógica booleana y la teoría de las conexiones, y llegaron hasta la teoría de la información. Las redes neurales actuales son formalizaciones de conexiones neuronales que pueden simularse en los ordenadores. Cada uno de estos tres episodios de la historia de la memoria tiene sus propios antecedentes y su propio dominio, sus normas de precisión y diseño, sus criterios de demostrabilidad. La historia de la memoria es heraclítica: no hay metáfora ni teoría que se repita de forma idéntica.

No obstante, los parecidos en estas tres proyecciones son suficientemente grandes como para apreciar la repetición. A fin de cuentas, al intentar explicar la memoria en términos de procesos neuronales y la conexión con los conocimientos acumulados sobre la estructura del tejido nervioso, se repite una orientación específica y característica de la investigación de la memoria y se

vuelven a introducir en la labor teórica hipótesis que ya existían en antiguas formulaciones.

La repetición también se aprecia en las metáforas específicas de la memoria. En la psicología reaparecen las mismas nociones teóricas en figuras metafóricas siempre cambiantes. Este es el caso, entre otros, del mecanismo especificado por Galton para la formación de representaciones prototípicas, un mecanismo que la red de prototipos de MacClelland y Rumelhart se limitó más a repetir que a afinar. Y ello es también válido en mayor grado para la noción de facilitación. En la enorme variedad de procesos fisiológicos que se han señalado como sustrato para «grabar» las huellas, el núcleo sigue siendo el mismo. Los poros cartesianos en el cerebro y las «vibraciones» de Hartley, los circuitos nerviosos y las vías de asociación de la *mental physiology*, las *nerve-nets* de McCulloch, las redes de Hopfield y los cristales de espín: en cada una de estas teorías y modelos se expresa la idea de que cada activación facilita su propia repetición y que en la disposición a activarse se guarda una representación de la experiencia. La conclusión global es que el continuo cambio de términos, orientaciones y metáforas sugiere más cambio del que hay en realidad. Nuestras concepciones de la memoria siempre están mezcladas con las técnicas que hemos utilizado como metáforas y por ello parecen cambiar por completo con cada nueva imagen. Pero después de un tiempo, los rasgos de lo conocido vuelven a surgir a través de lo nuevo y se reconocen las coincidencias.

Para acabar, una pregunta reflexiva. ¿Qué metáfora, de todas las que hemos analizado, describe mejor la memoria de la propia psicología? Sin duda alguna: la pizarra mágica de Freud, ese instrumento milagroso que sin llenarse nunca lo conserva todo. Al igual que la pizarra mágica, la psicología parece disponer de dos memorias. La lámina de celuloide en la superficie absorbe más fácilmente los estímulos y puede a la vez borrarse con facilidad. Siempre está disponible para nuevas anotaciones. Todo lo que se escribe en la lámina de celuloide llega también a la capa más profunda de cera, pero esta capa es de difícil acceso, las huellas permanentes sólo pueden observarse eliminando la capa superficial. En el corpus de monografías, manuales y artículos, la psicología dispone de una memoria colectiva infalible, escrita en la cera, una memoria que no olvida. Pero a medida que las ideas inscritas en ella se van alejando del presente, su influencia disminuye. Con regularidad aparece una mano, siguiendo la metáfora de Freud, que separa la capa exterior de la capa de cera y borra así la superficie. Dentro se conserva el texto, pero es un texto que ya nadie lee, lo cual es también una forma de olvido. Mientras estos registros más profundos no se consulten más a menudo, en el paciente celuloide seguirán apareciendo textos que ya existían desde hacía tiempo.

ÍNDICE ONOMÁSTICO

Abrams, M. H., 99 n. 16
Abu-Mostafa, Y. S., 264 n. 22, 266
Ach, N. 128
Ackrill, J. L., 49
Alberto Magno, 60
Alejandro Magno, 158
Algarotti, F., 138
Allman, W. F., 226 n. 6, 227, 229 nn. 12-13, 230, 231 n. 21, 243 n. 51
Amit, D. J., 230 n. 19
Anderson, J., 217 n. 43, 229-30, 242-43
Anderson, J. A., 235 n. 31
Appleby, J., 121
Arago, F., 143, 148
Arbib, M. A., 205 n. 3, 213-14
Archer, F. S., 147
Aretin, J. C. von, 64 n. 49
Aristóteles, 31-32, 48-50, 55, 63, 127, 168
Atkinson, R. C., 207 n. 9
Attneave, F., 262 n. 15
Aubertin, E., 110
Augarten, S., 178 n. 21, 186 nn. 38-39
Agustín, san, 51-54, 72, 83, 271

Baars, B. J., 189 n. 45, 194, 198
Babbage, C., 177, 180-81, 183-84, 187, 188, 198, 225
Baddeley, A. D., 25 n. 6, 197, 239 n. 42, 242
Bacon, F., 43, 81
Baernstein, H. D., 174 nn. 12-13
Bakx, H., 97 n. 8
Balduin (*véase* Baldwin, C. A.)
Baldwin, C. A., 76-78
Baron, R. J., 207 nn. 9-11, 209 n. 16
Beck, G. F., 36
Becker, J., 58 n. 41, 63 n. 48
Beethoven, L. van, 140
Beets, N., 150, 167
Bell, A. G., 273
Bell, C., 222
Bem, S., 126
Benson, R. L., 59 n. 44
Berg, J. H. van den, 131 n. 2
Bergson, H., 168
Bettelheim, B., 29 n. 8
Bettex, A., 77 n. 4
Beurle, R. L., 206, 216, 218
Binet, A., 127 n. 98, 162-66, 167
Black, M., 32-34, 43
Block, H. D., 233
Boden, M. A., 193, 194 n. 59, 263, 268
Boerhaave, H., 97
Boirac, E., 218 n. 44
Bolter, J. D., 72

Boole, G., 182-83, 187, 226
Bossi, M., 99 n. 14
Bouillaud, J.-B., 110, 120
Boyle, R., 75-76, 79, 82, 89-90, 177, 205
Bradner, H., 176 n. 19
Brand, H., 76-77
Brant, S., 60, 62 f.
Brazier, M. A. B., 111, 222
Breger, L., 29 n. 9
Broca, P., 106, 110, 130, 162
Brown, C., 229 n. 14
Brown, R., 211 n. 22
Brown, S. C., 195 n. 61
Bruner, J., 40
Bruno, G., 66-67
Burton, R., 62
Bussey, G. C., 97 n. 10
Byron, A. (lady Lovelace), 180-181, 184, 198, 225
Byron, G. N. G., 126

Camille, M., 59 n. 43
Cantor, G. N., 108 n. 55
Carpenter, W. B., 112-113, 153
Carus, C. G., 24, 90-105, 125, 130, 271
Carruthers, M., 48 n. 4, 50 n. 14, 54 n. 33, 55-56, 58 nn. 39-40, 60 n. 45, 61 f.
Casiodoro, F., 54
Catherina van Kleef, 60, 61 f.
Cavanagh, J. P., 208, 210
Cavendish, C., 96
Charcot, J.-M., 162
Carlos II, 81
Chaucer, G., 55
Chernyak, L., 41 n. 29
Cicerón, 50, 65
Clair, J., 93, 101 n. 22, 108 n. 54, 128 n. 99
Claparède, E., 236-37
Clark, A., 235, 242
Clark, P., 268 n. 24
Clarke, E., 49 n. 13
Cleopatra, 158
Cohen, L. J., 179 n. 23
Coke, V. D., 137 n. 7
Coleman, J., 53 n. 28
Coleridge, S. T., 99
Colón, C., , 107, 110
Comenius, J. A., 38, 44
Conradi, M., 107 n. 50
Constable, G., 59 n. 44
Cooper, L. N., 230, 242
Corbould, 80 f.
Corkin, S., 237 n. 37
Crafft, J. D. (*véase* Kraft, J. D.)
Cros, C., 115, 117
Cuff, J., 136
Curtis, R. V., 38, 43

Danesi, M., 36
Daguerre, L. J. M., 131, 141-43, 144 f., 145-49
Darwin, C., 131
Daumier, H., 147
Davidson, J. M., 208 n. 12
Davidson, R. J., 208 n. 12
Davy, H., 140-41
Delboeuf, J., 121, 123, 153, 272
Dennett, D. C., 193-94, 231, 258, 262-63, 268
Descartes, R., 85-87, 90, 95, 96-98, 103, 110, 112, 133-36, 138, 192-93, 245, 256 f., 258-61, 262-63, 268-70
Deutsch, G., 37 n. 19
Dewhurst, K., 49 n. 13
Diamandi, P., 163-65
Diógenes de Apolonia, 49
Doornik, J. E., 107
Draaisma, D., 90 n. 24, 104 n. 38, 211 n. 24, 212 n. 29, 268 n. 23
Draper, J. W., 145-46, 148 f., 151-52, 155-56, 205, 272
Dreistadt, R., 41
Dreyfus, H., 195 n. 61
Dubois-Reymond, E., 222

Ebbinghaus, H., 25, 94, 124-30
Edelson, J. T., 29 n. 6

Edison, Th. A., 23, 94, 117, 118 f., 119, 121, 273
Eich, J. M., 212-13
Einstein, A., 41, 55-56
Ellenberger, H. F., 99 n. 18
Engelman, E., 31 f.
Equicio, 58
Erdelyi, M. H., 44-45
Ernst, B., 204 n. 2
Espinasse, M. d', 79 n. 6
Esterházy, N. J., 107
Estes, W. K., 192-93, 196, 198, 242
Euler, L., 21-23
Evans, R. M., 154 nn. 45-46
Ezequiel, 59

Fancher, R. E., 106
Farhat, N., 231
Fechner, G. T., 125
Feigenbaum, E. A., 189-91
Ferenczi, S., 29
Ferguson, E. S., 41 n. 32
Finster, R., 77 n. 4
Flechsig, P., 223 f.
Flourens, P., 106, 109-111
Fludd, R., 68-71, 271
Fouillée, A., 112, 114
Federico el Grande, 97
Frege, G., 182
Freud, S., 24, 27-31, 32, 43-45, 72, 99, 101, 274
Freund, G., 146 n. 20
Friedrich, C. D., 95, 99, 100 f., 101
Frisius, G., 133
Fritsch, G., 111
Fryer, D. M., 24 n. 4, 129

Gabor, D., 201-4, 216
Gaito, J., 207 n. 9
Galanter, E., 191
Galeno, 49, 50 f.
Gall, F. J., 105, 106-11
Galton, F., 151, 157-59, 160 f., 161, 162, 167, 215, 245-47, 272-74
Gardner, H., 37, 171 n. 1, 199
Gardner, M., 173 n. 9
Gaucheraud, H., 142-43
Gauss, C. F., 102
Gentner, D., 171 n. 2
Gernsheim, A. y H., 131 n. 1, 141 n. 15
Godwin, J., 68 n. 55
Goethe, J. W., 104
Goleman, D., 207 n. 9
Golinsky, J. V., , 79 n. 7, 81
Gomulicki, B. R., 245 n. 55
Gorman, P., 231
Graf, P., 237 n. 40
Gray, A., 131 n. 2
Gregorio Magno, 58
Gregory, R. L., 212-13
Groshans, J. A., 139 n. 11
Grossberg, S., 230
Grudin, J., 171
Gruneberg, M. M., 24 n. 4, 129 n. 103
Gundlach, H., 124 n. 85, 128 n. 99
Gunther, R. T., 75 n. 1, 84 n. 13
Gutfreund, H., 230 n. 19
Guyau, J.-M., 122-24, 130, 257, 262, 272

Hagoort, P., 229 n. 14
Haldane, J., 268
Harré, R., 34, 192
Harrison, J., 177
Hartley, D., 91, 245, 275
Hartmann, E. von, 125, 253
Harvey, W., , 41, 42 fig.
Haugeland, J., 195 n. 61
Haydn, F. J., 107
Hebb, D. O., 228, 245
Heerden, P. J. van, 205-7, 210, 212, 214, 216, 243, 271-73
Heine, H., 93, 103
Henneguy, L., 162, 166 n. 63
Henri, V., 127 n. 98
Hering, E., 112-13, 232
Hermans, W. F., 256
Hermes Trismegisto, 66

Herschel, F. W., 23
Herschel, J. F. W., 146 n. 21
Hesse, M., 86 n. 17, 90 nn. 25-26, 179 n. 25
Heuvel, G. van den, 77 n. 4
Heymans, G., 211
Hezewijk, R. van, 242
Hier, D. B., 37 n. 21
Highmore, N., 42 f.
Hildebrand (*véase* Beets, N.)
Hinsley, F. H., 185 n. 35
Hinton, G. E., 217 n. 43, 230, 232 n. 24, 242-43
Hitzig, E., 111
Hobana, I., 139 n. 11
Hodges, A., 185 n. 36
Hoffmann, E. T. A., 99
Holmes, O. W., 150-51
Holton, G., 41 n. 30
Holtzwart, S. M., 63 f.
Hooke, R., 25, 35, 68, 76-92, 95, 96, 112, 115, 123, 132, 139, 146, 156, 177, 179, 205, 214, 248, 257, 271-72
Hookway, C., 231 n. 22
Hoorn, W. van, 135 n. 6
Hopfield, J. J., 227-31, 233
Huber, J. N., 155, 157, 215, 257
Huffman, W. H., 68 n. 55
Hugo de San Víctor, 54-55
Hull, C. L., 172-76, 186, 188-89, 192, 272
Hume, D., 192-93, 262
Huygens, C., 97

Inaudi, J., 162-65

Jackson, J. L., 122 n. 79
Jacobs, J., 127 n. 95
Jacquard, J.-M., 181, 182 f.
Jaensch, E. R., 162 n. 59
James, W., 113-14, 189, 211, 245-49
Jerónimo, 58
Jevons, W. S., 182-83
Johnson, G., 229 n. 13, 242 n. 50
Johnson, S., 34, 43
Kant, I., 104, 105 f.
Kaplan, J., 37 n. 21
Kassler, J. C., 183 n. 33
Kepler, J., 102, 133, 178
Kircher, A., 26, 34,
Kleist, H. von, 101
Knapp, A. G., 235 n. 31
Kohonen, T., 216-17, 230
Korsakov, S. S., 236-37
Kousbroek, R., 256
Kraft, J. D., 75-77, 79
Krantz, D. H., 207 n. 9
Krauss, W., 108 n. 54
Krueger, R. G., 174-75 nn. 14-15
Kruesi, J., 117
Kussmaul, A., 153, 155
Kusters, W., 59 n. 42

Ladd, G. T., 114, 153, 155, 215 n. 38, 245
Lamarck, J. B., 112
Lamettrie, J. O. de, 91, 96-97, 132
Landauer, T. K., 87-88
Lashley, K. S., 209-10
Lavater, J. K., 104
Leary, D. E., 29 n. 7, 172 n. 3, 243 n.52
Leborgne («Tan»), 110-11
Leibniz, G. W., 76-77, 108, 177-80, 183, 188
Leith, E., 204
Lesky, E., 106 n. 43
Leroy, J., 97
Leune, J. C. F., 108 nn. 51-53
Leurechon, J., 138
Lewis, W. Bevan, 222
Lexell, A. J., 22
Lichtenberg, G. C., 102, 103 nn. 33-34
Lieburg, M. J. van, 138 n. 8
Lindsay, P. H., 212
Linszen, D. H., 211-12
Locke, J., 43, 71
Loftus, E. F., 196
Lokhorst, G. J. C., 214

Lombroso, C., 159
Longuet-Higgins, H. C., 242-43
Lovelace (*véase* Byron, A.)
Luce, R. D., 207 n. 9
Lumière, A. en L. J., 169
Lutero, M., 104
Luycken, J., 63
Luys, J., 153, 157, 262

Magendie, F., 222
Maier, A., , 133
Mandler, G., 237 n. 40
Margolis, J., 268 n. 23
Marshall, J. C., 24 n. 4, 129
Martin, J., 34, 192
Marty, D., 115 n. 69
Maudsley, H., 112, 162, 245
Maxwell, J. C., 153-54, 273
Mayer, A. M., 120 n. 74
McAndrews, M. P., 237 n. 39
McCarrell, N. S., 40
McClelland, J., 232 n. 23, 234, 235, 246-47, 272, 274
McCulloch, W., 186-87, 226, 273-74
McNeill, D., 211 n. 22
Meijering, Th., 229 n. 14
Meltzer, B., 187 n. 42
Mendeleiev, D. I., 40
Mersenne, M., 258-59
Metcalfe, J., 211, 216
Mechnikof, I., 40
Meyer, M., 176
Meynert, Th., 222
Miall, D. S., 192 n. 51
Michie, D., 187 n. 42
Michon, J. A., 122 n. 79, 123-24
Miller, G. A., 191-92
Miller, J., 263 n. 17
Minsky, M., 199 n. 71, 226-27
Montgolfier, J. y J. E., 22
More, H., 89
Morris, P. E., 24 n. 4, 129 n. 103
Morrison, E. y P., 181 nn. 29-30
Morse, S. F. B., 143, 145-48, 151-52
Moscovitch, M., 237 n. 39
Müller, G. E., 127-28, 129 f.
Murdock, B. B., 211, 214, 216

Néper, J., , 177-78
Nash, H., 29 n. 9
Neumann, J. von, 186, 205
Newell, A., 189, 192, 199
Newhall, B., 146 n. 21, 149 n. 28
Newlands, J. A. R., 40
Nicolson, B., 78 f.
Niépce, J. N., 140-41, 142 f., 144 f., 147
Niépce de Saint-Victor, C. F. A., 147, 153
Nietzsche, F., 35
Nilsson, L.-G., 214 n. 34
Nooteboom, C., 32, 199
Norman, D. A., 212
Novalis (F. von Hardenberg), 103
Nuwer, M., 207 nn. 10-11, 209 n. 16

Oakley, D. A., 241 n. 45
Ortony, A., 39 n. 25

Paivio, A., 39, 44
Papert, S., 227
Parker, S., 82
Parménides, 49
Pascal, B., 177-78
Penfield, W., 209-10
Phaf, R. H., 229 n. 14, 236, 238, 240 n. 44, 248
Pichler, C y W., 93 n. 2
Pilzecker, A., 127 n. 97, 128, 129 f.
Pitts, W., 186-87, 226
Platón, 23, 25, 45, 47-50, 51 nn. 16-17, 53, 55, 63, 102, 129, 234-35, 267, 271-72
Plotkin, H. C., 241 n. 45
Poggi, S., 99 n. 14
Pouthas, V., 122 n. 79
Pratt, V., 177-78
Pribram, K. H., 25, 191-92, 207-8, 209 n. 16, 210, 212, 214, 219, 243, 257, 271-72

Prosch, G. W., 145
Psaltis, D., 264 n. 22, 266
Pylyshyn, Z. W., 193 n. 53

Quinlan, P. T., 234 n. 28
Quintiliano, 60, 65 n. 51

Rabelais, F., 115
Ramón y Cajal, S., 222, 223 f.
Randell, B., 185 n. 37
Ranschburg, P., 128
Reginaldo, 24, 56 n. 37
Reigeluth, C. M., 38, 43
Reisch, G., 50 f.
Reynolds, R. E., 38
Ribot, Th., 113, 154-55, 157, 218
Richards, I. A., 32-34
Roberts, L., 209 n. 17
Roediger, H., 24 n. 4
Romberch, J., 67 f.
Rose, S., 210, 212
Rosenblatt, F., 226
Rosenblith, W. A., 262 n. 15
Rosenblueth, J., 186
Rosenfield, L. Cohen, 96 n. 6
Rouse, M. A. y R. H., 59 n. 44
Rumelhart, D., 232 n. 23, 234, 235, 246-47, 272, 274
Russelman, G. H. E., 29 n. 10, 99 n. 18
Ryle, G., 132

Saint-Pierre, H. B. de, 98
Schacter, D. L., 237 nn. 39 y 41
Schaffer, S., 79 n. 8, 89 n. 23
Scharf, A., 138 n. 9, 147 n. 24
Schickard, W., 178
Schiller, F., 110 n. 57
Schlebrügge, E. von, 101 nn. 22-23
Schneider, K., 236
Schneider, N., 63 n. 47
Schubert, G. H., 99
Schulze, J. H., 139
Schwarz, H. 137 n. 7
Schwartz, R. M., 38 n. 24
Scopas, 64
Scott de Martinville, L., 115, 117 f.
Segner, J. A., 124
Sejnowski, T., 231
Sekula, A., 159 n. 56
Semon, R., 215
Sereno, 58
Shakespeare, W., 70
Shakow, D., 125 n. 86
Shannon, C. E., 187, 205
Shapin, S., 79 n. 8, 89 n. 32, 108 n. 55
Shaw, J. C., 192
Sherrington, C. S., 222, 225
Simon, H., 189, 192, 195, 199
Simónides de Ceos, 64-65
Singer, B. R., 88 n. 19
Sittenfeld, , 165, 166 f.
Skinner, B. F., 194
Slaughter, M. M., 179 n. 24
Smith, L. D., 172 n. 3, 176 n. 17
Smolensky, P., 230
Snelders, H. A. M., 138 n. 8
Sno, H. N., 211-12
Sócrates, 24, 26, 47-48, 51
Sommerhage, C., 101 n. 21
Sompolinsky, H., 230 n. 19
Sorel, C., 15
Spencer, H., 122
Sperry, R., 36
Sprat, Th., 81-82
Springer, S. P., 37 n. 19
Spurzheim, J. C., 106-8, 109 f.
Squire, L. R., 237 n. 40
Stein, D. L., 230 n. 20
Stephens, J. M., 176 n. 19
Stevens, C. F., 232 n. 24
Stevin, S., 177
Stripp, A., 185 n. 35
Stuart, M., 107 n 48
Suppes, P., 207 n. 9
Swade, D. D., 181 n. 28

Taft, R., 143, 145 n. 19
Taine, H., 122
Talbot, W. H. F., 146-50
Tauber, A. I., 41 n. 29

Thagard, P., 240
Teeteto, 24, 26, 47, 51
Tomás de Aquino, 24, 50, 55-57
Tiedge, C. A., 104
Tillmanns, U., 140 n. 13, 142 n. 16, 146 n. 22
Tiphaigne de la Roche, C. F., 139
Titchener, E. B., 127
Tolman, E. C., 172-73, 175-76, 225
Traxel, W., 124 n. 85
Turing, A. M., 177, 184-89

Upatnieks, J., 204
Urbano IV, 56

Verbrugge, R. R., 39
Vieta, F., 177
Vitruvio, 83, 115
Vries, H. de, 21-23 nn. 1-3
Vroon, P. A., 242

Waller, R., 77 n.5, 88
Walton, A., 176 n. 19
Warrington, E.K., 237 n. 38
Watkins, M. J., 197 n. 66
Weber, E. H., 124
Wedgwood, T., 140-41
Weiskrantz, L., 237 n. 38
Wernicke, K., 111
Westfall, R. S., 85 n. 15
Westlake, P. R., 208
Weverbergh, J., 139 n 11
Wheatstone, C., 147
Wheelock, A. K., 138 n. 10
Wiener, N., 186-87
Wilkins, J., 179, 180 f.
Williams, R. J., 232 n. 23
Willshaw, D., 217, 218, 243-44
Winner, E., 37
Wirth, W., 128
Wittgenstein, L., 234
Wolters, G., 229 n. 14, 236, 238, 240 n 44, 248 n 60
Woudstra, E., 38
Wren, C., 82
Wright, J., 268 n. 24
Wright of Derby, J., 77, 78 f., 80 f.
Wundt, W., 127

Yates, F. A., 64 n. 49, 65 nn. 50 y 54, 66, 70
Young, Th., 154

Zenón de Citio, 54

ÍNDICE ANALÍTICO

«amplitud» de la memoria, 163, 166
Académie des Sciences, 21, 115, 117, 119, 273
ACE (*véase* ordenador)
afasia, 37, 110-11
  de Broca (expresiva), 111
  de Wernicke (receptiva), 111
agrafía, 111
ajedrez (*véase también* partidas de ajedrez a ciegas), 165-66, 188 n. 44
alma
  e inmortalidad, 88-89, 96
  sede del, 69 f., 135
  y memoria, 88-89
almacenamiento y reproducción, 84-87, 204, 209-10, 234
  óptico, 206-8
alquimia, 66, 75 n. 1, 76-77, 78 f., 80 f., 81, 251, 252 f., 253
ambrotipia (*véase* fotografía, ambrotipia)
amnesia, 26, 236-39
  anterógrada, 236-38
  retrógrada, 236 n. 33
amplificación de huellas (*trace consolidation*), 87, 259
Analytical Engine, 180-81, 183, 198, 225
anamorfosis, 26, 132
androides, 177, 199
apraxia, 111
aprendizaje (*véase también* memoria), 125-26, 172, 189-90, 232, 233
  supervisado, 232
ars memoriae (*véase* mnemotecnia)
ars predicandi, 66
ars quadrata, 68
ars rotunda, 68
asociación (*véase también* memoria asociativa), 39, 113-14, 126, 205, 210, 241-42
  como catena, 61 f.
  como hilo, 129
  como resonancia, 85, 123
  como simpatía, , 85, 123
atención, 83, 86, 123, 196
autómatas, 96, 173-76

backward error propagation (retopropagación del error), 232
bête machine, 96
biblioteca, 24, 58
breviario, 60, 61 f.

calculadora, 177-87
calculus ratiocinator, 179
calotipia (*véase* fotografía, calotipia)

cámara oscura, 133-39, 140-41, 143, 147, 149, 150-51, 167-69
como instrumento de dibujo, 137-38
como instrumento de observación, 133-34
oda a, 136
capacidad de almacenamiento del cerebro, 84, 87-88, 206
como metáfora del ojo, 133-38
categorías (*véase también* prototipos), 234-35
Categorizing And Learning Module (CALM), 236, 238-39
cavidades cerebrales (*véase* ventrículos)
central telefónica, 224-25
cerebro, 221-27
como metáfora (*véase* metáfora del cerebro)
como microcosmos, 221
como Movedor Inmóvil, 221
como piano mecánico, 122
como telar, 225
characteristica universalis, 179-80
cibernética, 186-87
cinematografía, 23, 168-69
codificación doble, 39, 44
cogitatio, 50 f, 56 n. 36
Collège de France, 168 n. 65
COLOSSUS (*véase* ordenador)
compound photography (*véase* fotografía compuesta)
conciencia, 155, 257-58, 262, 269-70
conductismo (*véase* psicología)
conexionismo, 219, 221-49
convolución y correlación, 207, 213, 216
corazón
como bomba, 41, 42 f.
como sede de la memoria, 49, 58, 64
correlación (*véase* convolución y correlación)
correlograph, 217, 218, 243-44
criptografía, 82, 179, 180 f.
cristales de espín, 230
cronometría mental, 198

daguerreotipia (*véase* fotografía, daguerrotipia)
déjà vu, 211, 213 f., 217-18
Difference Engine, 180
distribución
de huellas mnemónicas, 205-19
de luz, 201-8
doctrina sobre el cráneo (*véase* también frenología)
de Carus, 104-5
de Gall, 105-10
dualismo cartesiano, 88, 261

efecto de inicio, 163
efecto de proximidad, 163
eikon, ,
Elementary Perceiver And Memorizer (EPAM) 189-92, 240
engrama (*véase* huella mnemónica)
ENIAC (*véase* ordenador)
epífisis (*véase* glándula pineal)
escritura (*véase* memoria, metáforas de)
especialización hemisférica (*véase* lateralización)
estereoscopia, 24, 147, 150
estimatio, 56 n. 36
extirpación, 109, 111

facilitación, 113, 156, 232, 244-47, 274
fail-soft (fallo leve), 228-29, 233
fenómemo *tip of the tongue* (TOT), 211, 217
fenómeno de *knowing not,* 54
fisiognomía, 104-5
criminológica, 157, 160
de Carus, 104-5
de Lavater, 104
fonautógrafo, 115, 117 f.
fonógrafo, 23, 50, 94-95, 115-24, 267
fosforescencia, 25, 75-81, 139, 156, 214
fotografía en color (*véase* fotografía, forografía en color)
fotografía, 23-24, 94-95, 139-53, 205
ambrotipia, 24, 147, 148 f., 152
calotipia, 146

colodión, 147, 153
como procedimiento semiautomático 147-49, 168
daguerrotipia, 24, 142-50
fotografía en color, 24, 153-54
múltiple, 24, 158-61, 167, 246, 272
nitidez, 148
talbotipia, 24, 146
y memoria (*véase* memoria, metáforas de)
frenología, 105, 106-10
funcionalismo, 123, 240

Gedächtnis-Apparate, 128, 130
genio matemático, 21, 162-65
ghost image, 205, 206, 211, 216
glándula pineal, 135, 136 f., 260-61
graceful degradation (*véase también fail-soft*), 209, 233, 242-43

heliografía, 141
hermetismo, 66-67
holografía, 23-25, 201-5, 231, 242-44, 266
como metáfora, 25, 43, 204, 205-19, 231, 242-44, 257, 272
de Fourier, 207
holograma (*véase* holografía)
homúnculo, 157, 214-15, 251-70
alquimista, 251, 252 f., 253
cartesiano, 269
como archivero, 254 f., 256
como criado, 256
como ejércitos de idiotas, 263, 268
como operario, 255
definición del, 251
metodológico, 269
huella (*véase* huellas mnemónicas)
huellas mnemónicas, 225, 261
como backup, 215
compuestas, 161
distribuidas, 205-19

ilusiones (*véase* visuales)
ilusiones visuales, 253
imágenes Moser, 145, 151
imaginatio, 50 f., 56
inconsciente, 99, 103, 125, 253
Institut de France, 110
inteligencia artificial (IA), 188-89, 251
débil, 225 n. 2
fuerte, 225 n. 2
historia de, 177-87
intencionalidad, 263-64, 267-68
introspección, 132, 269-70

láser, 204-5
lateralización, 36-38
law of mass action, 209, 212
lenguaje artificial, 175
lenguaje secreto (*véase* criptografía)
libro, 55
como alimento, 58-59
como memoria artificial, 57-59
como metáfora de la memoria, 24, 55-63
como símbolo de vanidad, 60-63
linterna mágica, 24, 132, 136
lógica
binaria, 182-83
booleana, 182-83, 273
formal, 182
matemática, 178, 184
silogística, 182-83
logical piano, 182, 183 f.

MADAM (*véase* ordenador)
máquina Enigma, 185
máquina lógica, 173
máquina psíquica, 174, 272
máquina Turing, 184, 187, 189, 226
mecanicismo, 95, 96-98
memoria
a corto plazo, 196
a largo plazo, 196-97
acústica (*véase* auditiva)
artificial (*véase* protética)
asociativa, 210, 217-18
auditiva, 50, 95, 121-24

cuantificación de la (*véase* matematización de la,
de trabajo, 234
declarativa, 236 n. 33
direccionable por contenido, 195-96, 210, 228, 233-34, 243
direccionable por posición, 195-96, 233
eidética, 162
explícita, 236-39
fotográfica, 23, 162-66
icónica, 124
implícita 236-39
intermedia, 45, 196
investigación experimental de la, 25, 94, 124-30
matematización de la, 83-84, 87-88, 91-92, 94, 124-30
metáforas de la
abadía, 24, 66, 67 f., 271
almacén, 24, 71, 83, 271
archivo, 24, 256
arpa eólica, 24, 99
biblioteca, 24, 58
bodega, 24, 256
bolsa de dinero *(sacculus)*, 24, 54-55
bosque, 24, 54, 271
caja fuerte *(thesaurus)*, 24, 54, 271
calculadora, 44-45
cámara oscura, 150-51
celda, 55
cinematografía, 168-69, 254-55 ff., 272
códice, 50, 58, 271-72
cristales de espín, 230
cueva, 24
depósito, 71, 83
escritura, 23, 47-48, 50, 55, 71-73, 191 n. 48, 272
espejo, 102
estómago, 24, 58
fonógrafo, 50, 121-24, 130, 257, 272-73
fosforescencia, 24, 76-81, 91, 153
fotografía, 23-24, 94-95, 150-57, 161, 166, 167-69, 257, 271-73
holograma, 25, 43, 204, 205-19, 231, 242-44, 257, 272
imán, 24, 102
imprenta, 122
laberinto, 24, 103, 271
libro, 24, 55-63
linterna mágica, 132
mar, 24, 103
microcosmos, 68, 84-86, 91-92, 257, 271
mina, 24
ordenador, 23, 33-34, 43-45, 192-200, 273
paisaje, 24, 100-2
pajarera, 24, 51, 53, 61 f.
palacio, 24
palomar, 24, 51, 61 f.
panal, 24, 60
pizarra mágica, 24, 44-45, 271, 274
tablilla, de cera, 23-24, 45, 47-50, 102
teatro, 24, 68-71, 271
telar, 24, 103, 271
tesoro, 24
muscular, 258
sustrato físico, 49
teoría frenológica de la, 107-8
teoría mecanicista de la, 77-79, 82-83, 88, 91
visual, 200, 205-19
memoria (*véase también* mnemotecnia), 47, 56
mental physiology, 111-15, 154-56, 245-47, 273
metáfora
definición, 31
función didáctica, 38
como armario conceptual, 39, 44
codificación doble, 39, 44
función heurística, 31, 40-45, 91
heurística experimental, 41
heurística teórica, 41
investigación experimental, 37-40

laberinto (*maze*), 172-73
muerta, 34-35
cristal ahumado, 31, 34
filtro, 33-34, 4
fósil, 25
intermediario, 36
locus neurológico, 36-38
mapa (map), 172-73
metáforas de (*véase* metametáfora)
metametáfora, 34
moneda, 35
tema de la metáfora, 43
teoría de la comparación, 32-33
teoría de la interacción, 33-35
teoría de la sustitución, 32-33
metáfora del cerebro, 227-32, 239-44, 248
metáfora del reloj, 90, 96, 98
microcosmos (*véase* memoria, metáfora de)
mnemómetro (*véase Gedächtnis-Apparate*)
mnemotecnia, 50, 64-71
de Bruno, 66-67
de Fludd, 68-71
mnemotécnica (*véase* mnemotecnia)
motriz, 256

Neoconductismo (*véase* psicología)

ojo, 131-39
anatomía del, 131
como cámara oscura, 95, 133-36
olvido
como decadencia (decay), 85, 87
como eclipse, 85, 88
como encubrimiento, 87
como escribir encima, 87, 191
como inhibición, 127, 191
como interferencia, 87
como problema de recuperación, 191
curva del, 126
san Agustín sobre, 53-54
operación de cerebro escindido, 36-37
óptica
cartesiana, 85-87, 133-35, 136 f.
ordenador, 72, 171-72, 176, 177
ACE, 186
COLOSSUS, 185
como metáfora, 33, 176, 192-200, 225-26, 229-30, 239-42, 247-48, 267-70
ENIAC, 185-86
historia del, 177-87
MADAM, 186
óptico-neural, 264-66, 267
orgánica, 112-13

palimpsesto, 73
paradoja computacional, 198-200
parallel distributed processing (PDP) (*véase también* conexionismo), 219
paraóptica, 132-33
partidas de ajedrez a ciegas, 165-66
Pascaline (véase calculadora)
percepción
binocular, 135, 136 f.
visual, 131-33
«perceptrón», 226-27
pérdida de la memoria (*véase* amnesia)
permanencia del objeto, 241
piedra de Bolonia (*véase* fosforescencia)
pizarra mágica, 24, 27-45, 72, 274
pneuma, 49
principio, 232, 245
de Hebb, , 228, 245
procedimental, 236 n. 33
procesamiento de símbolos, 181, 190-92, 225-26
protética, 23, 45, 47, 64, 95
prototipos, 137, 234-35, 245-47, 274
prueba de Turing, 188-89
prueba existencial, 218
psicoanálisis, 27-31, 44
como arqueología, 29, 31 f.
psicología
(neo) conductista, 172-76, 188, 189, 224-25
cognitiva, 189-92
de la primera persona, 269-70
de la tercera persona, 269-70

psicología cognitiva (*véase* psicología)
psicología mecanicista, 91

random problems, 264-66
reconocimiento, 53, 93, 207, 226
  de patrones, 207, 226, 264-66
reconomiento de patrones (*véase* reconocimiento)
red de Hopfield, 227-32
red neural, 25, 227-49, 273
  accesibilidad experimental de, 247
  análisis matemático de, 247
  aplicaciones militares de, 231
  simulación por ordenador de, 230-31
red neuronal, 186-87, 207, 226-27, 273
reflejo, 253, 256
reflexión, 103, 132, 253, 256
representación, 193-95, 261, 262-64
  auditiva, 164-65
  distribuida, 243
  mental, 263
  simbólica, 192
  visual, 164-65
reproducción (*véase* almacenamiento y reproducción)
resistance to noise (resistencia al ruido), 233
retención (*véase* memoria, retención)
retención, 113-15, 126, 154
retroalimentación, 38, 186
revolución cognitiva, 225, 230
revolución conexionista, 227, 229-30
romanticismo, 95, 98-105
Royal Institution, 154, 159, 273
Royal Society, 25, 43, 75, 79, 81-82, 88-89, 91-92, 139, 146, 149
rueda cognitiva, 231-32
ruminatio, 59

semántica, 198
sensorial, 196, 198
sentidos, 52, 83, 94-95
shadowgraphs, 140, 146
significado, 165, 264
simulación *brain-style*, 241
simulación de procesos, 231-32, 240
simulación de productos, 231-32
simulación por ordenador, 240-41
simulación, 174-76, 188, 195
síndrome de Korsakov, 236 n. 34
sketchpad, 197
Société d'Anthropologie, 110
spiritus animales, 49, 258-60
statim invenire, 60
sustrato neuronal (*véase* huellas mnemónicas)

tablilla de arcilla, 23, 48
tablilla de cera, 23, 45, 47-50, 102
talbotipia (*véase* fotografía, talbotipia)
Talking-Machine (*véase* fonógrafo)
teatro Globe, 70
telar de Jacquard, 181, 182 f.
telegrafía, 143, 152, 224
teoría de la localización, 106-11
teoría de la memoria cartesiana, 258-61, 262
tiempo, 82-83, 168 n. 65
trace consolidation (*véase* huellas mnemónicas)

ventrículos, 49, 69 f., 71 f.
ver (*véase* percepción)
vetocélula, 232 n. 25

wunderblock (*véase* pizarra mágica)

Alianza
Editorial
ensayo

Antropología
Arte
Biografías
Biología
Ciencia política
Economía
Educación
Filosofía
Física
Geografía
Historia
Lingüística
Matemáticas
Música
Psicoanálisis
Psicología
Química
Sociología

La memoria de un hombre muere con él. Para defenderse de esta transitoriedad, ha desarrollado las memorias artificiales, la más antigua de las cuales es la escritura. Luego aparecerían la fotografía, el fonógrafo, los vídeos, los discos compactos, las computadoras, los hologramas.... A su vez, filósofos, biólogos y psicólogos, al elaborar sus propias interpretaciones de la mente, se han servido siempre de metáforas, desde la tablilla de cera de Platón hasta los ordenadores, pasando por los bosques y laberintos del romanticismo o la pizarra mágica de Freud. Douwe Draaisma, en este recorrido por la historia de la mente, descubre que las metáforas de la memoria son como fósiles, que descubren al lector una valiosa información acerca de cada época, las realizaciones culturales y materiales de la misma, y cómo las percibían sus creadores.

Douwe Draaisma es profesor en el [illegible]epartamento de Psicología de la Universidad [illegible] Groningen (Holanda). Ha publicado e [illegible]vestigado sobre cuestiones relativas a la [illegible]toria de la psicología.

CASA DEL LIBRO
LAS METAFORAS DE LA MEMORIA /DR
AAISMA, DOUWE
9788420679266 00080629 0-05 080
041000 RG26511600
ALIANZA ENSAYO 13 1 REP
02999 G
9 2 001006 410778
2.999 Pts
18,02 Eur

El libro universitario
Alianza Editorial